

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SYSTEM EN LA REGIÓN SAN
MARTÍN**

PRESENTADA POR:

BACH. GLADYS KAROL TUOTO PINEDO

ASESOR ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

TARAPOTO – PERÚ
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SYSTEM EN LA REGIÓN SAN
MARTÍN**

PRESENTADA POR:

BACH. GLADYS KAROL TUOTO PINEDO

ASESOR ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

TARAPOTO – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria-Distrito de Morales.
Telefax: 521402-Anexo 119. E-mail: Fica@unsm.edu.pe



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En el Distrito de Morales, a las 11:00 horas del día miércoles 05 de julio del año dos mil diecisiete, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura – Ciudad Universitaria – Morales, los miembros del Jurado Calificador: **Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ - Presidente**, **Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO - Secretario** e **Ing. ERNESTO ELISEO GARCÍA RAMÍREZ Miliembro**, así también se contó con la presencia de su **Asesor Ing. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO** con el objetivo de escuchar la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEAN CONSTRUCTION Y LAST PLASTER SYSTEM EN LA REGIÓN SAN MARTIN a cargo de la Bachiller **GLADYS KAROL TUOTO PINEDO** con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por el **Circular N° 065-2017-UNSM/FICA-D** de fecha 23 de junio del 2017 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada y libremente, declararon APROBADO con el calificativo de QUINCE (15)

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber a la sustentante el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuadruplicado, siendo las 12:20 horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que en ella intervinieron.



Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ
Presidente



Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO
Secretario



Ing. ERNESTO ELISEO GARCÍA RAMÍREZ
Miembro

Ing. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SYSTEM EN LA REGIÓN SAN
MARTÍN**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Por:

BACH. GLADYS KAROL TUETO PINEDO

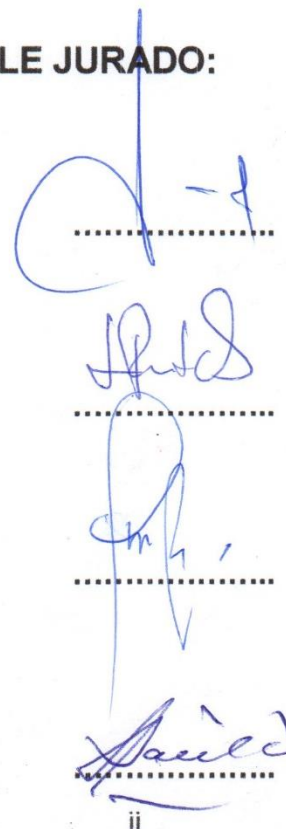
SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente : Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ

Secretario : Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO

Miembro : Ing. ERNESTO ELISEO GARCÍA RAMÍREZ

Asesor : Ing. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducente a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <i>TUCTO PINEDO GLADYS KAROL</i>	
Código de alumno: <i>113167</i>	Teléfono:
Correo Electrónico:	DNI: <i>73118914</i>

2. Datos Académicos

Facultad de: <i>INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</i>
Escuela Académico Profesional de: <i>INGENIERIA CIVIL</i>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: <i>METODOLOGIA DE APLICACION DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SYSTEM EN LA REGION SAN MARTIN</i>
Año de publicación: <i>2017</i>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

27 / 12 / 2017



Firma del Autor

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, GLADYS KAROL TUCTO PINEDO

identificado(a) con DNI N° 73118914, domicilio legal JR. RAMÓN CASTILLA # 706 - 9 DE ABRIL a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes considerada en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Tarapoto, 26 de DICIEMBRE del 2017



Firma



Huella Digital

DEDICATORIA

Con el aprecio que se merecen, dedico este trabajo:

A mis queridos padres Gladith y Abilio, por contar siempre con el apoyo incondicional para alcanzar este objetivo.

A todos quienes compartimos la pasión por la Ingeniería, más que como alumnos como investigadores y experimentadores de la carrera, para que sigamos motivados en seguir aprendiendo y siendo mejores profesionales.

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones en mi vida.

A la Universidad Nacional de San Martín, de igual forma a los docentes y autoridades de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por inculcarme enseñanzas, experiencias y valores éticos en busca de mi superación personal y profesional.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en el proceso de formación profesional como ingeniero civil.

A todos los que contribuyeron con su apoyo para la culminación de la presente tesis.

Gladys

RESUMEN

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y LAST PLANNER SYSTEM EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

Luego de 2 semanas de capacitaciones previas sobre la metodología Lean Construction a los encargados de las obras y la posterior implementación durante 16 semanas en las mismas, es preciso dar a conocer las lecciones obtenidas en campo y evaluar resultados del proceso para la retroalimentación de la empresa y los involucrados.

Cabe mencionar, que es fundamental conocer los conceptos, definir formatos y herramientas que utilizarán antes de ponerlas en práctica, para ello, en este proyecto se tomó registro de la productividad, el avance físico diario y semanal con formatos de control y Porcentajes de Plan Cumplido (P.P.C) y las Causas de No Cumplimiento (C.N.C) de la planificación semanal. Estos registros se tomaron en la etapa de cascos y arquitectura.

Se logró un nivel de implementación total del 71% considerando las dificultades que se enfrentaron durante el proceso, el valor alcanzado no es del todo malo, puesto que debemos recalcar la experiencia obtenida para la empresa y las personas que trabajan en el rubro de la construcción.

Pese a no obtener un mayor porcentaje de implementación, los resultados obtenidos muestran la efectividad del sistema ya que se logró aumentar el rendimiento de las cuadrillas, así mismo se mejoró el nivel de planificación semanal a un 70% de cumplimiento, reduciendo la incertidumbre en la ejecución de los trabajos. Por todo lo anterior podemos concluir que implementar Lean en los proyectos mejora el desarrollo de los mismos.

PALABRAS CLAVES:

Lean Construction, Last Planner System, Lookahead Planning, Porcentajes de Plan Cumplido (P.P.C), Causas de No Cumplimiento (C.N.C).

ABSTRACT

METHODOLOGY OF APPLICATION TO THE PHILOSOPHY LEAN CONSTRUCTION AND LAST PLANNER SYSTEM IN THE REGION OF SAN MARTIN

After 2 weeks of preliminary training on Lean Construction those in charge of the works and subsequent Implementation during 16 weeks in the same, it should give a knowing lessons learned in Field and process and evaluate the results for feedback from the company and involved.

It's worth mentioning to know basic concepts, define formats and tools to be used by before putting them into practical, for all them, this project recorded the productivity, daily physical progress and weekly with control formats and Percentages Plan Completed (P.P.C) and Causes Non-Compliance (C.N.C) of the weekly planning. These records were taken in the stage of helmets and architecture.

We were achievement of a totally implementation level 71% considering the difficulties during the process, the value reached is not all bad, since we must emphasize the experience gained for the company and the people working in the Construction category.

Although no get a higher percentage of implementation, the results show the effectiveness of the system and since was possible increase the performance of crews, the level of weekly from planning improved to 70% compliance to by reducing the uncertainty in the execution of the work. All of the above we can conclude that implement Lean improves its development projects.



KEYWORDS:

Lean Construction, Last Planner System, Lookahead Planning, Percentages Plan Completed (P.P.C), Causes Non-Compliance (C.N.C).

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCION.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	3
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
1.5 LIMITACIONES.....	4
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	5
3.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	5
3.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	11
3.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	13
3.2 BASE TEÓRICA.....	14
3.3 MARCO CONCEPTUAL: DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	16
3.4 HIPÓTESIS.....	33
4. SISTEMA DE VARIABLES.....	33
4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	33
4.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	33
5. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	34
5.1 METODOLOGIA DE IMPLEMENTACIÓN.....	34
5.2 METODOLOGIA DE ESTUDIO.....	34
5.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	36
5.4 COBERTURA DE ESTUDIO.....	36
5.4.1 UNIVERSO Y/O MUESTRA.....	36
5.4.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	36

5.5. DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	36
5.6. FUENTES TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS.....	36
5.6.1 FUENTES TÉCNICAS.....	36
5.6.2 HERRAMIENTAS APLICADAS.....	37
5.7 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.....	38
5.7.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	38
5.7.2 PRESENTACIÓN DE DATOS.....	38
6. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....	38
6.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	38
6.2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG.....	39
6.2.1 ENFOQUE LEAN EN LOS PROYECTOS DE CHUNG & TONG (Dic-15').....	39
6.2.2 MATRIZ DE HERRAMIENTAS LEAN.....	40
6.3. CASO DE ESTUDIO.....	40
6.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	41
6.3.2 UBICACIÓN DE LA OBRA.....	41
6.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA.....	42
6.3.4 PRESUPUESTO DE OBRA.....	43
6.3.5 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.....	43
6.3.6 IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM.....	44
6.3.7 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	54
6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
6.4.1 CONCLUSIONES.....	61
6.4.2 RECOMENDACIONES.....	63
7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	64
7.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	64
7.2. ASIGNACIÓN DE RECURSOS.....	65
7.3. PRESUPUESTO Y COSTOS DEL PROYECTO.....	66
7.4. FINANCIAMIENTO.....	66
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
9. ANEXOS.....	67
9.1 ANEXO 1: CONSIDERACIONES GENERALES.....	67
9.2 ANEXO 2: FORMATOS - SISTEMA DE PRODUCCIÓN CHT.....	94
9.3 ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO.....	99
9.4 ANEXO 4: PLANOS.....	104

INTRODUCCIÓN

Hace años atrás, la gestión productiva de obras en el Perú está en proceso de cambio. Su implementación viene acompañada de un avance tecnológico que no está a la medida de la industrialización, pero que poco a poco se vuelve más competitivo y productivo. Estos cambios que vienen dándose en nuestro país, incluyen nuevas metodologías de construcción, entre los cuales está la filosofía Lean Construction. Esta metodología tiene la intención de mejorar a gran nivel la producción de nuestra industria con un plan de trabajo enfocada en la reducción de los desperdicios a través de las herramientas que propone, siendo una de las más importantes el Last Planner System, la sectorización, tren de actividades, buffers, nivel general de actividad y las cartas de balance.

Pese a ello, se observa en la construcción problemáticas bien conocidas como: niveles inferiores de producción, deficiencias en la calidad de los trabajos finales e incumplimiento de las fechas y periodos contractuales. Adicionalmente, en la construcción es complejo contar con una sistematización definitiva de procesos, ya que cada proyecto presentan características particulares y de factores exógenos que sufren constantes modificaciones de acuerdo a cada proyecto. Además, como toda implementación tiene complicaciones y enfrentar el reto del cambio para gente afinada a los métodos tradicionales.

Para fines de la presente tesis, la empresa CHT Ingenieros SAC me facilitó la experiencia en el proceso de implementar la metodología Last Planner System bajo los lineamientos del “Lean construction” o “construcción sin pérdidas” con el Sistema de Producción CHT en busca de la mejora continua, reflejando resultados optimistas aplicado a una edificación hospitalaria en la Amazonía peruana, específicamente en la provincia de Picota, Región San Martín, para poder estudiar los resultados del uso con visiones fijas a un objetivo específico, no solo en los formatos y fundamentos teóricos, sino que también las dificultades que se afrontan en la etapa de implementación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Como consecuencia de una baja planificación en las obras, se observa con bastante frecuencia el desfase en el cumplimiento de los tiempos contractuales. Las restricciones o dificultades para una correcta ejecución son resueltas conforme van apareciendo lo que se reduce en menores utilidades que impactan a los proyectos. Sabemos que durante el proceso se presentarán distintos problemas, varias de ellas en forma inesperada, sin embargo, muchas de estas restricciones son predecibles y pueden ser detectados a tiempo.

Asimismo, si añadimos la baja capacidad de los trabajadores zonales en el proyecto, las dificultades incrementan, debido a que se genera incertidumbre sobre su desempeño en la ejecución de las actividades asignadas. En consecuencia, incide en el rendimiento de las cuadrillas que serán menores a los tiempos planificados inicialmente y probablemente se sume a ello trabajos rehechos o defectos de los malos procesos. De no existir estas dificultades, el rubro de la construcción estaría simplificado.

El sistema “Lean Construction y Last Planner System” tienen años en el sector a nivel nacional e internacional, por lo que considero sumamente importante conocer además de los conceptos teóricos, los procesos aplicativos en campo. En resumen, Lean construction surge como respuesta ante las deficiencias generadas en los proyectos de construcción en temas de: productividad, seguridad, calidad y medio ambiente.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

Siendo el área de gestión de operaciones en la construcción un proceso continuo enfocado en optimizar recursos durante toda la etapa de proyectos, se propone el análisis de la implementación de Lean Construction a la construcción del Centro de Salud Picota como pioneros en la región San Martín. Dentro de las perspectivas que se persigue es, no solamente el conocimiento de los conceptos y herramientas Lean, sino que además en aplicar las herramientas lean a la práctica con el compromiso de todos los involucrados en el proyecto.

Se justifica porque:

A nivel regional existen varias empresas dedicadas a la construcción, las mismas que durante el proceso constructivo deben afrontar condiciones climáticas frecuentes de la zona desde altas temperaturas a lluvias tormentosas que retrasan la continuidad del flujo productivo, además, se presentan problemas como la falta de experiencia del personal que dirige la obra en temas de planificación y optimización de recursos, las imprecisiones técnicas por incompatibilidad de planos, un bajo nivel en el control de seguridad en obra, control de calidad deficiente reflejados en trabajos rehechos, la falta de capacitación del personal obrero, entre otros.

Esta filosofía busca absorber y/o reducir los efectos negativos y que se ven reflejados en el avance del proyecto; esto bajo el enfoque de los lineamientos del sistema Lean Construction, entre las que resalta el “Lookahead Planning” o Último Planificador y que en futuros proyectos se utilice la retroalimentación de información y la mejora continua más aproximada a la construcción zonal.

Debido a la falta de coordinación entre los profesionales encargados de ejecutar el proyecto y la práctica usual de no prever los problemas que se van presentando durante la ejecución, Last Planner permite revertirlo, buscando anticiparse a estos hechos mediante una planificación previa propuestas en Reuniones Semanales de Producción mostrando el “sinceramiento” de los problemas en las obras y planteándose alternativas de solución con responsables que se comprometan a levantar dichas restricciones y que además sean monitoreados con fechas establecidas como metas individuales.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La aplicación de esta metodología se desarrolla en todo tipo de proyectos con implicancia de variabilidad constante que se presenta en cada uno de ellos; buscando optimizar la productividad mediante dos objetivos principales como la búsqueda de la mejora continua y la reducción de desperdicios en todas las etapas del proyecto.

En este informe, se presenta los resultados de la implementación de la filosofía Lean Construction en la construcción del centro de salud Picota Tipo I-4, persiguiendo la continuidad y flujo de trabajo para la estructura y acabado final de la obra. Como

identificación anticipada se buscó definir cuadrillas por actividad y sectores con secuencias de avance diario/semanal.

Last Planner System cuenta con una base teórico-práctico previamente estudiado y que se presentan en el desarrollo de la tesis a través de una metodología aplicativa implementada durante 16 semanas. En este proceso, es que se reitera el gran valor que se tiene cuando los trabajadores de una organización se ven comprometidos con sus funciones y están apoyados de los jefes y cabezas de las empresas.

Finalmente destaco que como resultados aterrizados de la implementación del sistema, se presentan formatos pre-establecidos afines a la planificación de la edificación Lean en San Martín para futuros proyectos que se den en la región.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué forma la difusión de conceptos y aplicabilidad de la filosofía Lean Construction en una edificación hospitalaria en Picota - San Martín, contribuye a satisfacer las necesidades de conocimientos dentro de la facultad de Ingeniería civil con enfoque en la gestión de operaciones en la construcción?

1.5. LIMITACIONES

Debido al poco conocimiento y falta de difusión a los profesionales ligados a la construcción sobre la nueva filosofía “Lean Construction” para la planificación de proyectos en San Martín y sobre el Capítulo Peruano Lean Construction Institute (CPLCI) como aporte para la gestión de conocimiento en temas de productividad, se puede decir; en tal sentido que fue la principal limitación para elaborar la presente tesis.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo es transmitir los conceptos teórico-prácticos con la aplicación de la filosofía Lean Construction y Last Planner System como herramienta de planificación de proyectos en la Región San Martín.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las herramientas que propone la metodología Lean en búsqueda de un mayor índice de producción y la búsqueda de flujo continuo.

Obtener una planificación más acertada para el cumplimiento de los plazos establecidos por el proyecto.

Reconocer las deficiencias del sistema y mediante la gestión de conocimiento, buscar estrategias para un logro más acertado.

Generar un mayor compromiso de los trabajadores mediante la participación activa en el proceso de la planificación.

Incentivar a la investigación con la implementación piloto de Lean construction.

3. MARCO TEÓRICO

3.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

A. HISTORIA DEL PENSAMIENTO LEAN

Los primeros estudios del pensamiento lean como filosofía nace a inicios del siglo XIX en la industria manufacturera y automovilística con el denominado fordismo en honor a su creador Henry Ford, quien planteó un flujo lineal de producción sistemática (línea de montaje Ford) mejorando considerablemente la producción de los vehículos “Ford”, sin embargo solo se manejaba un modelo de un solo color lo que años después redujo las ventas a falta de innovación para el cliente.

Años después dos ingenieros de la industria Taiichi Ohno y Shigueo Shigo estudiaron las deficiencias de este primer modelo y crearon el toyotismo o Sistema de Producción Toyota, con la que presentaba un flujo de trabajo de producción en piezas más pequeñas enfocadas en la reducción de pérdidas para cada sub proceso a través de una serie de herramientas, esto resultaba en distintos modelos para los clientes finales.

Con el tiempo el sistema logró un éxito abrumador en las industrias automotrices del occidente y se extendió por Europa y Estados Unidos, es entonces que en los años 80's un grupo de estudiosos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) investigan en Japón este nuevo sistema, observándose en algunas de estas industrias un incremento de hasta el 50% de producción en comparación a las norteamericanas a la que denominaron “Lean Production” para su difusión extendida por todo el mundo. Finalmente, este sistema llega a la construcción en 1992 cuando un ingeniero irlandés Lauri Koskela realiza su tesis doctoral “Application of the New Production Philosophy to

Construction”, con la adecuación de los conceptos de Lean Production; replanteando los procesos convencionales de planeamiento y control ya existentes en las obras. De esta forma nace la filosofía Lean Construction que inicia investigaciones al respecto.

B. INICIOS DE LEAN PRODUCTION

Un enfoque más complementario es el que surge con la reformulación del proceso de conversión que se tenía antes de Lean Production en la industria para la obtención de productos finales. No estaban contempladas las variabilidades y desperdicios que son parte del flujo durante los procesos o subprocesos para llegar a un resultado, sino que por el contrario se veía como un proceso de transformación de entrada y salida de materia prima.

Cuando los procesos no se consideraban como flujos de producción es que surgieron errores en las industria que requerían de este cambio a través del Lean Thinking (Womack, 1992) y lo mencionado párrafos arriba con la filosofía Lean Production que define la producción como un flujo hasta la obtención de un producto final para el cliente.

En base a esta información, se fundamenta el nuevo enfoque de esta filosofía:

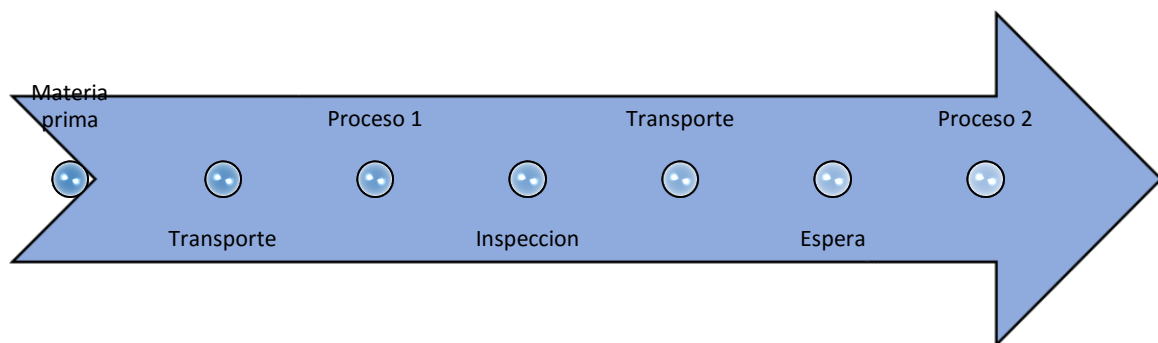


Figura #1 Modelo de flujo de producción según Lean Production (Koskela, 1992).

En la figura 1, se muestra que para lograr una producción correcta se debe considerar entre proceso y proceso los flujos variables. En el caso específico para llegar de un proceso de conversión 1 a un proceso de conversión 2 existen actividades que complementan la transformación como son los transportes, inspecciones, esperas, etc para reducirlas o eliminarlas. La nueva filosofía de producción considera los siguientes elementos dentro de su diseño y control de la producción (Koskela 1992)

Reducir actividades que no aportan valor

Para ello debe conocerse todas aquellas actividades que no tienen valor alguno desde el punto de vista del consumidor denominadas desperdicios, como los transportes, instrucciones, trabajos rehechos, etc pero que sin embargo elevan precios y alargan el tiempo del ciclo; ello con el objeto de reducirlos al máximo y de ser posible eliminarlos.

Incrementar el valor de salida del producto.

Enfocada en satisfacer las necesidades de los consumidores o clientes finales, para ello debemos tener una visión de espectador con el producto final y los requerimientos que quisiéramos para superar a la competencia.

Reducir la variabilidad.

La variabilidad siempre estará presente en todas las etapas de la producción y “varían” según la complejidad del trabajo pero que no es provechosa para el cliente y debe ser controlada.

Reducción del tiempo del ciclo.

Este concepto nos muestra las ventajas de particionar la producción de un proceso general o ciclo en lotes más pequeños o subprocesos que reducirán el tiempo hasta la obtención del producto, distinto de lo convencional que era hacerlo de proceso a proceso.

Incrementar la flexibilidad y transparencia en los procesos.

De tal forma que sea fácil de entender y lo más real posible para llevar un mejor control y evitar defectos cuando pase al siguiente proceso.

Simplificar los procesos.

Propone reducir el número de procedimientos o pasos innecesarios para la obtención de un producto en conjunto con la reducción del tiempo del ciclo.

Balancear

Deben mejorar siempre los flujos de trabajos y los procesos.

Aplicar la mejora continua.

Todo proceso tendrá fallas que deben ser identificadas como restricciones durante la ejecución de una actividad y debe buscarse mejorar todo el tiempo para que estos errores no se repitan en proyectos futuros.

Benchmarking (Banco de referencia)

Busca comparar los logros y metas obtenidas por nuestra competencia directa como un termómetro de medición tratando de mejorar y superarlos.

Todos estos elementos de la filosofía Lean buscan optimizar los procesos existentes logrando un flujo más eficiente, reducir perdidas y ganar tiempos.

Para ello se detalla los 7 tipos de desperdicios considerados “pérdidas” según Lean Production:

1. Sobre producción

Cuando se realiza más de lo demandado por el cliente para obtener un producto final o entre procesos o sub procesos. Origina inventario.

2. Esperas

Son los tiempos muertos que se originan entre proceso y proceso por falta de materiales, mano de obra, herramientas, etc. Tiene el mayor índice de incidencia en todos los proyectos como trabajo no contributivo.

3. Inventario

Cuando se tiene mayor material de lo requerido para realizar una actividad que incide en pérdidas económicas. Ocasionan además mayor transporte y esperas, por lo que su reducción es esencial para optimizar costos.

4. Movimiento

Todo desplazamiento innecesario ya sea de personal o equipo es pérdida y para identificarlo se requiere mayor detalle en el análisis.

5. Esfuerzos

El esfuerzo o transporte es complementario para realizar cierta actividad, sin embargo el exceso de la misma se resume en horas perdidas por desplazamiento de personal o equipos.

6. Trabajos rehechos

Aquellos trabajos que presentan defectos o simplemente debe volver a hacerse es pérdida pura para la empresa puesto que debe volver a ejecutar la labor costo asumido.

7. Sobre procesamiento

Sobre procesamiento para realizar una actividad más simple ocasiona pérdidas en tiempo y enfoque de los trabajos realmente importantes. Se debe analizar a detalle para identificarlo.

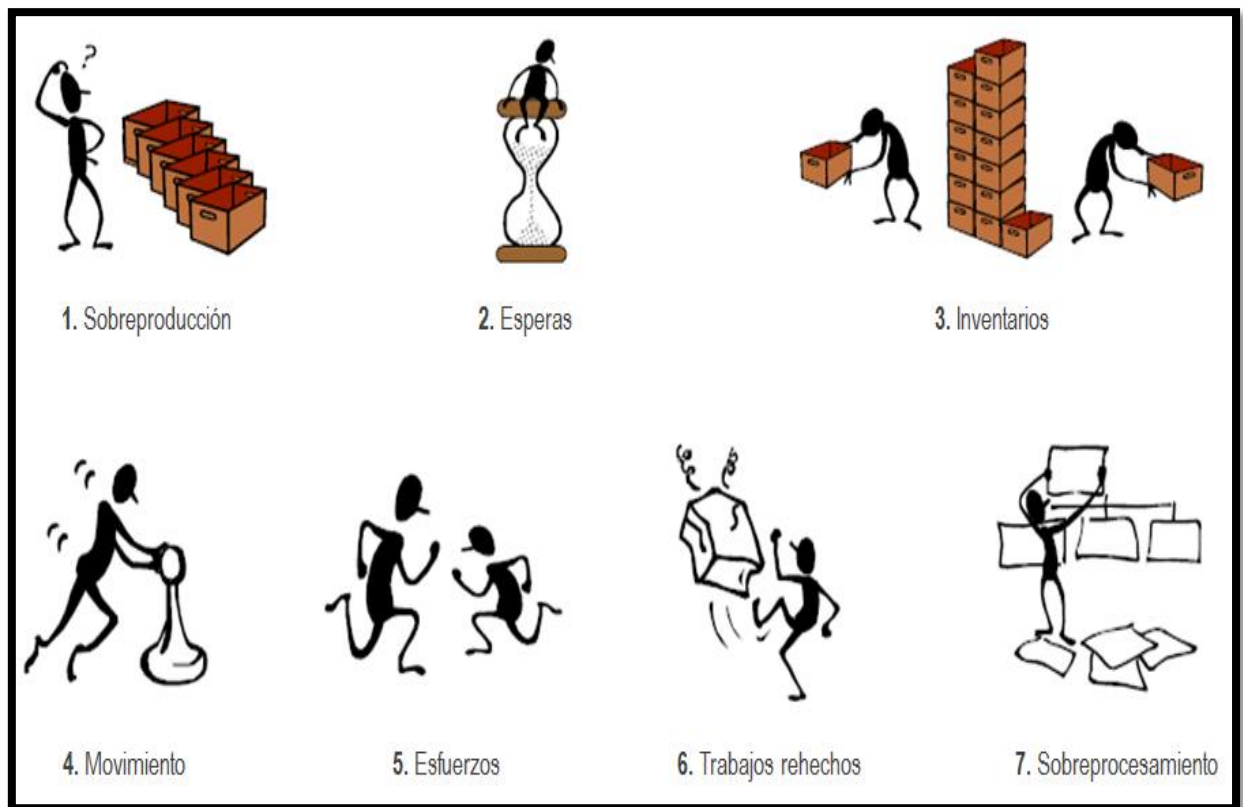


Figura #2 Tipos de pérdidas

C. FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

La filosofía Lean ha sido insertada en varios sectores, pero al llegar a la construcción se enfrenta a la adecuación de los conceptos y herramientas para lograr el objetivo general que se persigue “el mejoramiento continuo y la reducción de desperdicios”.

A diferencia de la industria donde se tiene procesos más estandarizados, la construcción es mucho más variable que cualquier otro rubro. Esta filosofía nace con la necesidad de reducir las dificultades de la producción en temas de productividad, seguridad, calidad y medio ambiente. Lean construction está presente en todas las etapas del proyecto desde la más temprana como el diseño y anteproyecto para ejecutar el expediente hasta los trabajos en campo, entonces existen herramientas para cada proceso que se muestra en el siguiente cuadro:

LPDS	Numero	Herramienta	Fuente
DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1	MATRIZ DE SELECCIÓN DEL EQUIPO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	2	CUADERNO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	3	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL INVERSIONISTA	Pablo Orihuela et al 2011
	4	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL USUARIO FINAL	Pablo Orihuela et al 2011
	5	BASE DE DATOS Y REPOSITORIOS	Ines Castillo 2014
	6	MATRIZ DE ALINEACIÓN DE PROPOSITOS	Pablo Orihuela et al 2011
	7	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	Yoji Akao 1978
DISEÑO LEAN	8	REPORTE A3	Toyota
	9	ESTACIONAMIENTO	Cynthia Tsao et al 2002
	10	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	Carlos Formoso et a 1999
	11	TABLA DE ENTRADAS Y SALIDAS	Carlos Formoso et a 1999
	12	LISTA DE TAREAS	Luis Alarcón et a 1998
	13	LISTA DE CHEQUEO	Luis Alarcón et a 1998
	14	SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)	Grupo internacional de Lean Construction
	15	CONSTRUCTABILIDAD EN EL DISEÑO	Instituto de la industria de la construcción 1986

Figura #3 Herramientas del Lean Desing (Tesis Inés Castillo, 2014)

Diferencia entre los sistemas de gestión tradicionales y el sistema Last Planner

Sistemas de gestión tradicionales	Sistema de gestión Last Planner
<ul style="list-style-type: none">• Planificación en base a supuestos con alta incertidumbre.• Planificación de actividades de transformación.• Debe → Se hará → Puede.• Programa según criterio del programador.• Experiencia para mejorar futuros proyectos.	<ul style="list-style-type: none">• Planificación en base a compromisos de corto plazo y confiables.• Planificación que considera el efecto de flujos.• Debe → Puede → Se hará.• Participación del personal clave en el proyecto.• Monitoreo permanente del desempeño y las causas de no cumplimiento.

Figura #4 Estrategias para la implementación del sistema de gestión Last Planner. Nieto Morote, A. M.(p); Ruz Vila, F.; Nieto Morote, C. (pág. 03).

3.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

A. FUNDACIÓN DEL CPLCI

Se conoce que los primeros estudios de productividad con Lean en el Perú fueron realizados por el ingeniero Virghilio Ghio (1965-2001) y su empresa CVG cuando en el 2001 publica el libro “Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta”.

El Capítulo Peruano del Lean Construction Institute (CPLCI) fue creada con el respaldo de 6 empresas que incluyen Graña y Montero, Produktiva, etc; resaltantes en el rubro de la construcción y el respaldo de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) además de la sede central en Estados Unidos Lean Construction Institute. Buscan dar a conocer las técnicas de aplicación y mostrar la eficacia de los resultados en sus empresas.

Desde entonces y con el pasar de los años, Lean en el Perú ha comenzado a extenderse por los buenos resultados llegando a las universidades de las ciudades principales de nuestro país, cuyos profesionales desarrollan técnicas avanzadas para la gestión de proyectos de construcción.

B. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

En el Perú se ha empezado a trabajar bajo estos principios con buenos resultados, pero tiene que formar parte de un contexto totalizador como son los postulados de PMI.

En un trabajo de investigación realizado en 50 obras de Lima se llegaron a los siguientes resultados (Procedimiento para mejorar la productividad en las obras y minimizar los costos operativos en la construcción (Castillejo, 2010)

	TP	TC	TNC
VALORES			
PROMEDIO LIMA	28%	36%	36%
MÍNIMO TP	20%	35%	45%
MÁXIMO TP	37%	36%	26%

Figura #5.a Tabla de mediciones de Análisis de Trabajos productivos, trabajos contributivos y no contributivos en Lima, Perú. Revista, 2010.

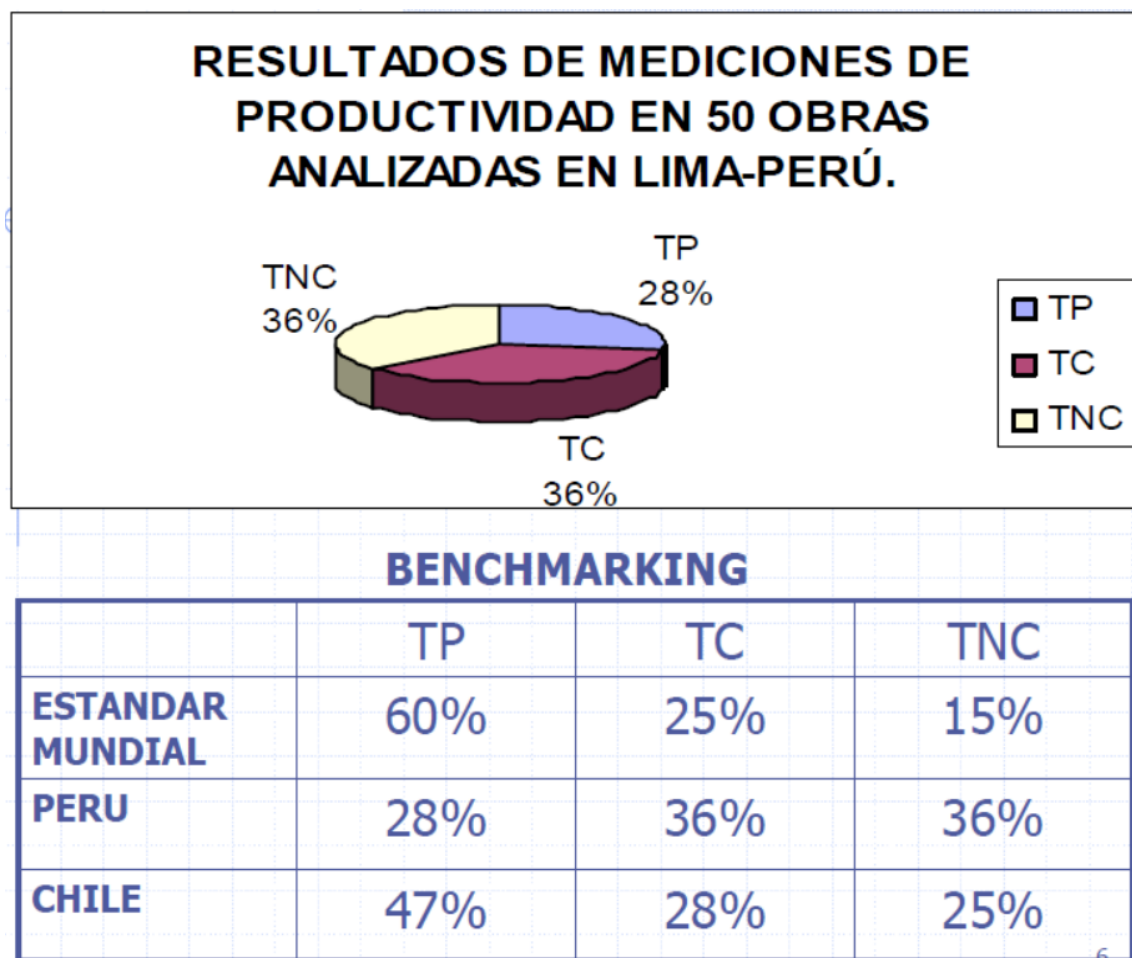


Figura #5.b Tabla de Mediciones de Productividad en Lima - Perú del año 2010.ara extenderse a futuros proyectos de nuestra región San Martín y el resto del país.

B. MEJORA CONTINUA

¿QUE APORTA EL CONGRESO AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y AL PAIS?

“La filosofía Lean propone que el cliente se lleve un producto que lo satisfaga más, le cueste menos, y el productor gane más. Todos ganan y es sostenible. ¡SÍ SE PUEDE!”

Jorge Luis Izquierdo, Presidente del Capítulo (Graña y Montero)

“Hablar de Lean es hablar de productividad y calidad en toda la cadena de abastecimiento desde nuestros proveedores hasta nuestros clientes finales”

César Guzmán, Gerente de Operaciones de Edifica

3.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

A. ASPECTOS GENERALES. CONSTRUCCIÓN Y ECONOMÍA

San Martín se encuentra hoy en proceso de desarrollo, sin embargo, aún necesita superar problemas que impactan en los proyectos como una escasa tecnificación, insuficiente infraestructura vial de integración, infraestructura de riego y mejoramiento de los servicios.

Los procesos constructivos acompañan a las Políticas y estrategias de Desarrollo, desde el Gobierno Central, con el Gobierno Regional y los Gobiernos Locales, en el marco de la Ley de Descentralización:

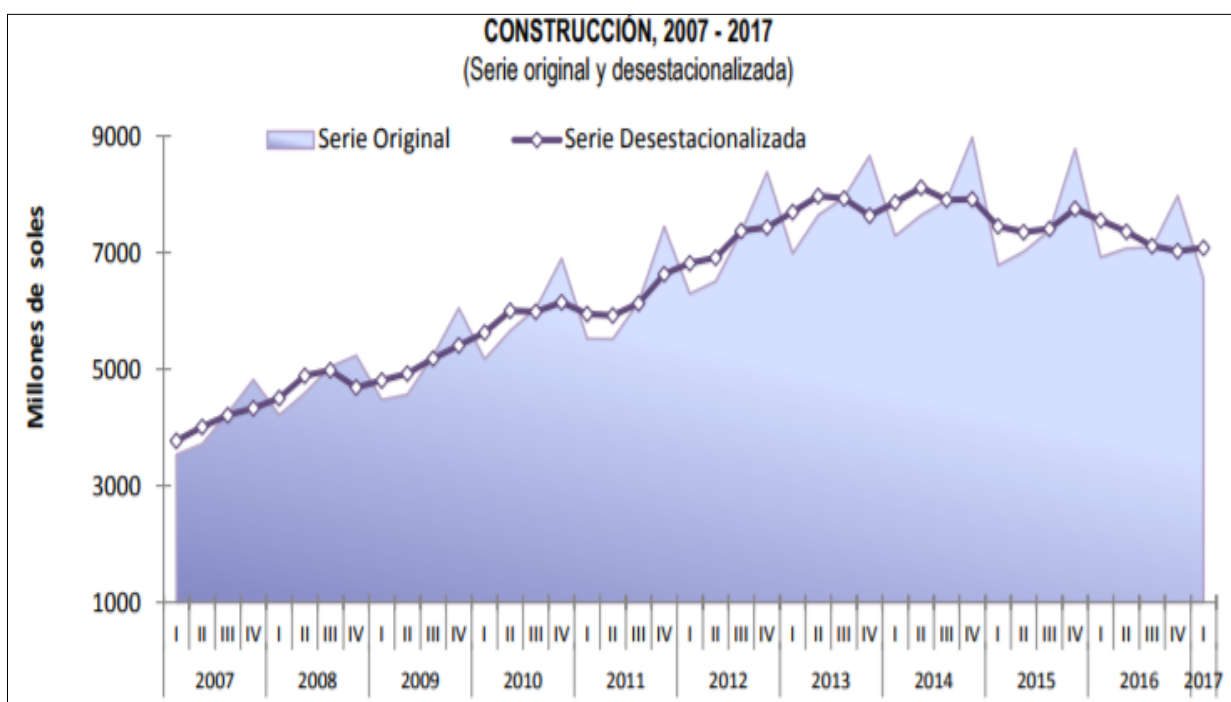


Figura #6 Tabla de Indicadores de la Construcción (INEI 2017)

El Gobierno Central: FONCODES, OINFE, FONIPREL, Agua para todos, PROVIAS Nacional, Mi Vivienda, Programa Nacional de Electrificación.

El Gobierno Regional: a través de Administración Directa y de Contratos, concurso oferta, convenios interinstitucionales, transferencias financieras a unidades ejecutoras o Municipalidades.

Los gobiernos locales, por administración directa con fondos propios y del FONCOMÚN.

Las instituciones privadas y la población en general también participan en diferentes procesos constructivos, conforme sus planes de desarrollo (Concesiones, etc.)

B. TENDENCIAS EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

ESPECIALIZACIÓN.

Hoy en día hay una mayor posibilidad de fuentes de proyectos y eso permite que más empresas se orienten hacia una especialización en un determinado sector de la construcción, por ejemplo en saneamiento, edificaciones o energía.

En años anteriores generalmente las empresas atendían más de un sector de la construcción al tener una oferta de proyectos limitada, mientras que ahora existe una base más amplia para ejecutar proyectos.

3.2 BASE TEÓRICA (MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN)

3.2.1 LEAN CONSTRUCTION

a. Concepto

El término Lean está referida a esbeltez o “sin pérdida”, por lo que la composición Lean Construction quiere decir producción esbelta enfocada en el incremento de la productividad a través de la mejora continua y la reducción de desperdicios.

b. Características

Siguiendo los conceptos de la teoría, la clasificación de la producción presenta trabajos productivos (TP) las cuales tiene importancia para el resultado final del producto/servicio del cliente. Se tiene además, los trabajos complementarios que a su vez se dividen en Trabajos contributorios (TC) que son necesarios para producir como

las inspecciones, transportes, etc y los Trabajos No Contributorios (TNC) que son pérdida pura como los retrabajos, esperas, etc.

c. Producción Eficaz:

La manera de cumplir los plazos y una eficiente productividad se logra teniendo un sistema de producción efectiva, para lo cual se debe cumplir con 3 requisitos:

1. *Asegurar que los flujos no paren*

Significa que nos focalicemos en que los flujos de trabajos tengan continuidad y que nunca se detengan y posteriormente analizar los errores en su ejecución para reducirlos o eliminarlos.

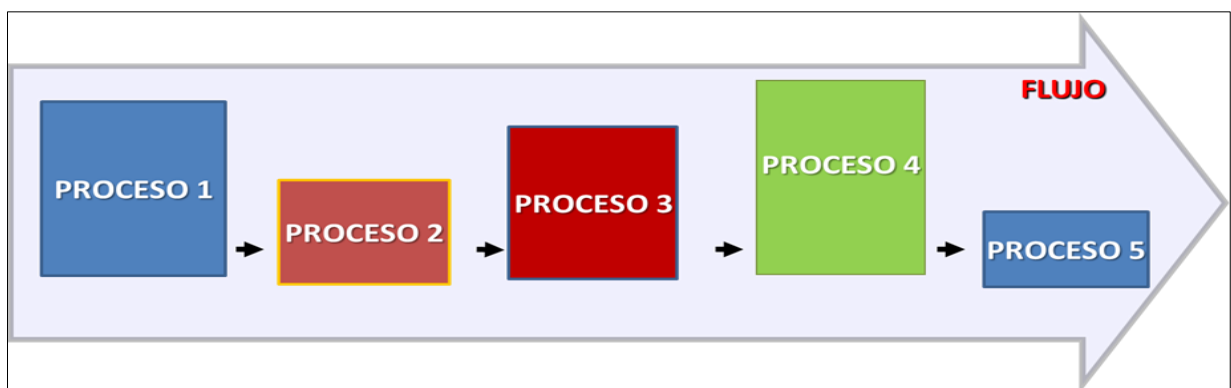


Figura #7 Modelo de flujo (Fuentes: Capítulo Peruano LCI)

En la imagen se tiene sub procesos distintos, sin embargo debemos lograr la continuidad del proceso global. Esto es muy frecuente en proyectos con alta complejidad e inciertos que tienden a sufrir mucha variabilidad y deben absorberse con los “*buffers*”. Se puede aprovechar en proyectos lejanos a la ciudad.

En esta primera etapa se encuentra la herramienta principal del sistema que es el *Last Planner System*. Su aplicación es ideal para edificios con cierta ventaja en controlar sus variabilidades. Plantea una anticipación de los problemas para que la programación se cumpla según lo planificado.

2. *Lograr flujos eficientes*

Una vez que se tenga continuidad del trabajo, el siguiente paso será dividirlo en partes iguales y alcanzar la misma unidad de producción en todos los procesos, de esta forma se obtendrá procesos balanceados. Una propuesta efectiva son los *trenes de trabajo*,

cuya denominación indica dividir el total en partes proporcionales y de igual magnitud en tiempos y recursos más estandarizados como una “secuencia lineal”.

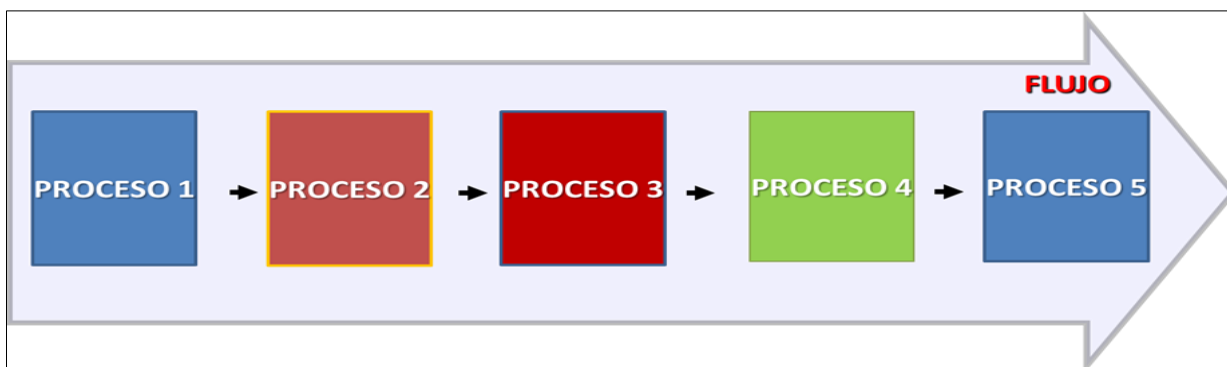


Figura #8 Modelo de flujo con flujos eficientes (Fuentes: Capítulo Peruano LCI)

La imagen muestra la simetría que se obtiene aplicando los trenes de trabajo y un correcto dimensionamiento para cada proceso.

3. Lograr procesos eficientes

Como último paso se busca lograr que toda la producción sea efectiva con la aplicación del Nivel general de actividades (NGA) y las Cartas Balance (CB), herramientas de optimización que propone Lean Construction.

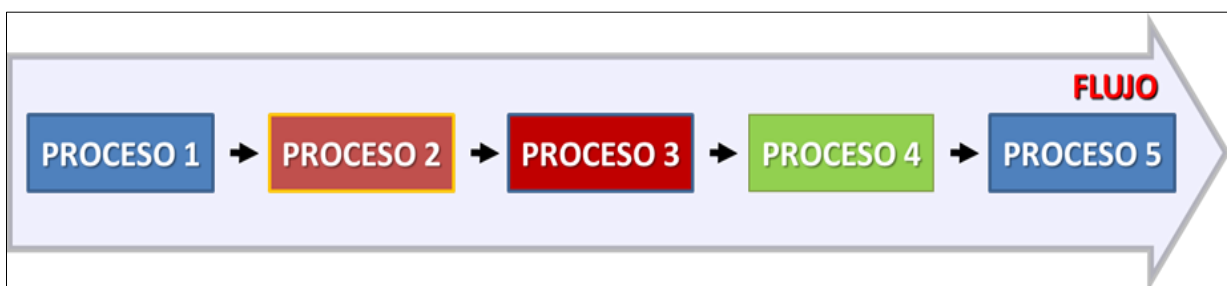


Figura #9 Modelo de flujo con procesos eficientes (Fuentes: Capítulo Peruano LCI)

En la imagen, se observa la esbeltez de los procesos cuando los desperdicios son eliminados ya que al tener procesos eficientes también se tendrá flujos eficientes.

3.3 MARCO CONCEPTUAL: DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A. Variabilidad:

Está referida a la ocurrencia de eventos que originan la desviación de una planificación inicial. En la construcción está presente para todo tipo de proyectos desde los más

simples y se incrementa según la complejidad y velocidad de los mismos. Existen factores que aumentan la magnitud de variabilidad ya sea la lejanía del proyecto, factores climáticos propios del sector, personal no calificado, etc. Todos estos eventos son impredecibles y no pueden ser eliminados totalmente, entonces si el proyecto presenta dificultades propias de la misma no considerar estos factores causará mayor impacto.

En las construcciones tradicionales se tiene un listado de actividades llamadas predecesoras cuyo orden de confiabilidad para cada predecesora es del 95%, en dos predecesoras se tendrá 90% y se irá reduciendo conforme vayan incrementando. Existen proyectos con cientos de estas que los vuelven poco probables en su cumplimiento.

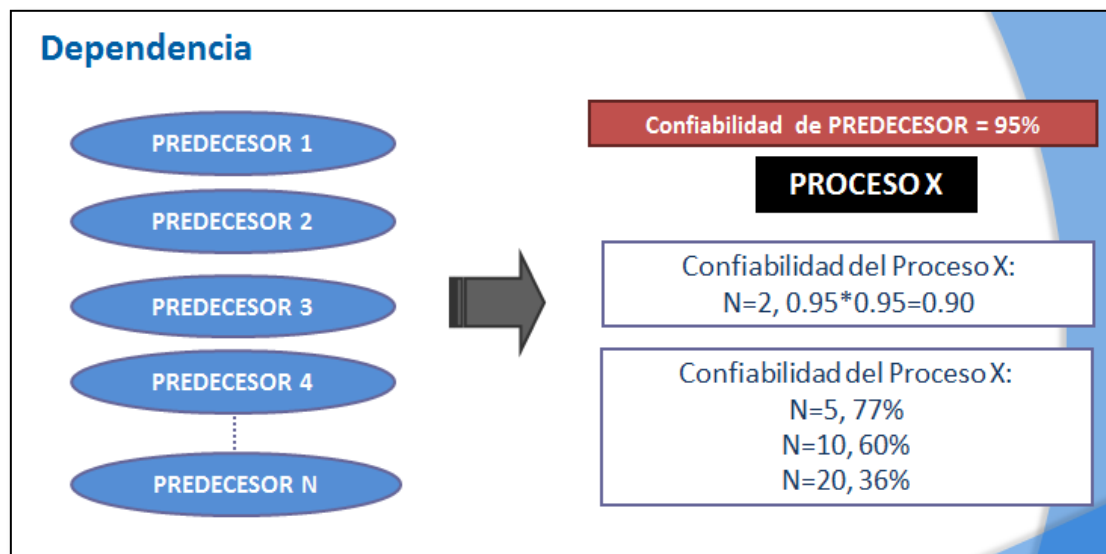


Figura #10 Porcentajes de predecesoras: Fuente Capitulo Peruano LCI

Factores como:

- Ubicación en lugares remotos, riesgos climáticos, factores sociales, etc.
- Dependencia del Cliente por Ingeniería o Materiales.
- Velocidad Requerida de los Proyectos

Entonces, como primer paso se debe listar todos los problemas de variabilidad para luego, con el apoyo de herramientas del Lean Construction buscar eliminarlas.

B. Productividad:

Numéricamente, es el resultado de la producción meta entre los recursos necesarios. Entonces la productividad busca mayor producción con menor uso de recursos. Se

refiere también a ofrecer a nuestro cliente innovaciones para obtener un producto de calidad superior. Para la medición de la productividad se tiene una herramienta estadística del estudio de movimientos y periodos de tiempos. Un trabajo se categoriza en 3 componentes (A. Serpell, 1990).

- **Trabajo Productivo (TP):**

Son los trabajos que aportan directamente a la producción. Pueden ser concretamente actividades como encofrado, habilitación de acero, vaciados, tarrajeos, etc.

- **Trabajo Contributorio (TC):**

Un trabajo contributorio se refiere a todas aquellas actividades que son necesarias para ejecutar el trabajo productivo. Armado de equipos, transportes, inspecciones, etc.

- **Trabajo No Contributorio (TNC):**

Son todas aquellas actividades que están presentes durante el proceso pero que no aportan a la actividad principal, por tanto son considerados perdidas. Se tiene las esperas, trabajos rehechos, etc.

C. Sectorización

Consiste en realizar la división de actividades del proyecto en sectores más pequeños que debe estar dimensionado con un volumen de trabajo similar a los otros sectores. La cantidad de producción se debe ejecutar a un ritmo constante de tiempo “takt time”, ya sea 1 día o 2.

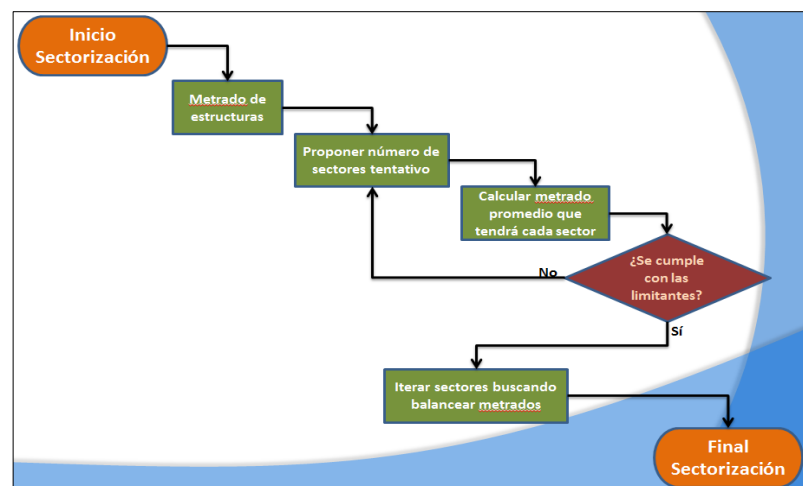


Figura #11: Esquema de procedimiento para la sectorización (Fuente: Capítulo Lean Perú)

Al sectorizar se obtendrán lotes de producción (LP) con las que dimensionaremos las cuadrillas y que posteriormente se transferirán al “cliente interno” o la actividad predecesora llamadas lotes de transferencia (LT).

Anteriormente se trabajaba de manera equitativa para producción y transferencia, pero mientras más se reduzca la transferencia, la optimización del tiempo será mayor.

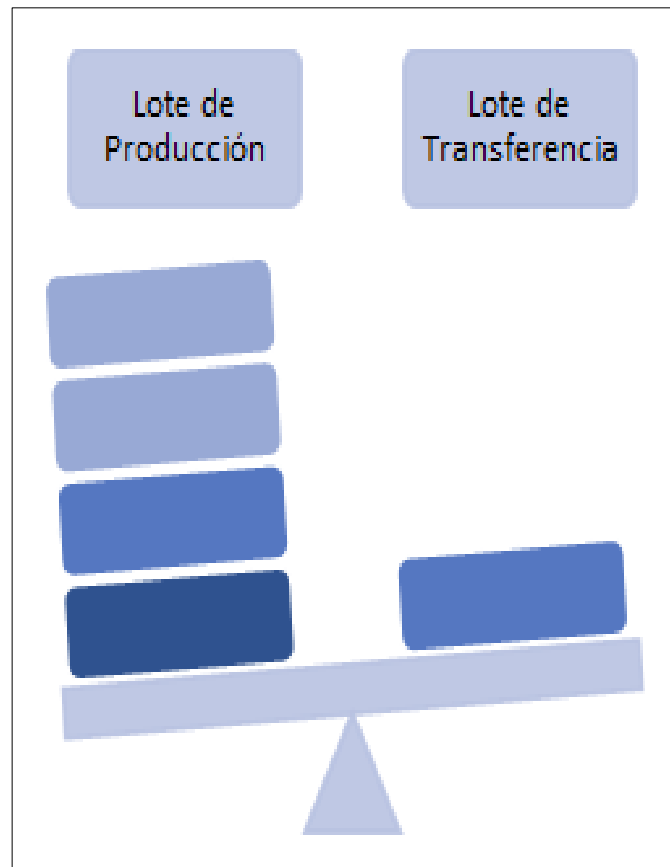


Figura #12: Lotes de Producción y Lotes de Transferencia (Fuente: Capítulo Lean Perú)

D. Takt time - Ritmo de avance

El takt time objetivo es necesario para determinar el tiempo disponible por unidad producida de acuerdo con la demanda del cliente interno

Para cada unidad de producción es necesario cuantificar las cantidades reales que van a ingresar al sector incluyendo sus traslapes y desperdicios por jornada.

La precisión es muy importante para la programación. Datos inexactos generarán indicadores imprecisos y no permitirá la mejora continua.

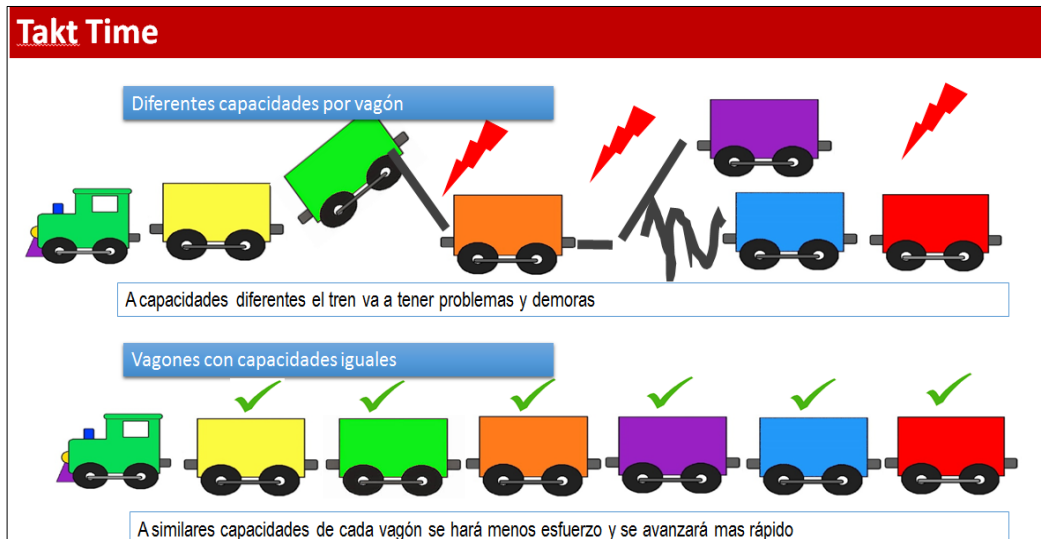


Figura #13 Ilustración. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

Pasos:

- Identificación de todas las cantidades relacionadas a la producción
- Determinar el Takt Time objetivo
- Determinar el tiempo por unidad de salida
 - Determinar la secuencia de las actividades de un proceso y listar las actividades
 - Volumen de construcción diaria
 - Composición de la cuadrilla
 - Herramientas y equipos requeridos
 - Cuadrillas y actividad de soporte
 - Inicio y final de cada actividad

ACTIVIDAD AREA 1	N° OBREROS	VOLUMEN DE CONSTRUCCIÓN	UNIDADES	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN	UNIDADES	DURACIÓN CON 1 CUADRILLA (DIAS)
ACERO EN MUROS	4	3500	KG	980	KG/DIA	4
ENCOFRADO DE MUROS	4	300	M2	85	M2/DIA	4
CONCRETO EN MUROS	7	64	M3	80	M3/DIA	1

Figura # 14 Tabla de cálculo para programar con un solo ritmo

Cuadrillas con capacidades diferentes provoca duraciones arrítmicas lo que genera esperas.

La duración promedio de las tres actividades es de 3 días.

Es conveniente cambiar las capacidades de las cuadrillas para acercar la duración de cada actividad al promedio

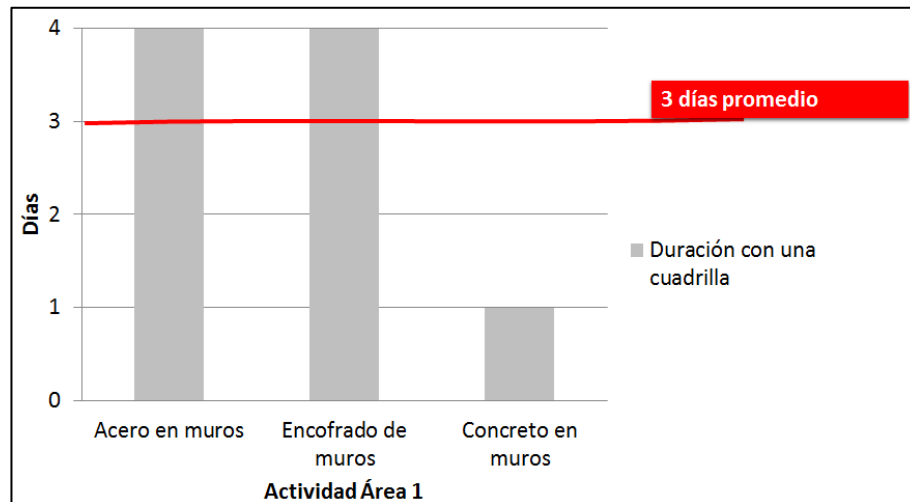


Figura # 15.a Gráfico de Capacidad de Cuadrilla. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

Sin embargo en este caso, optamos por igualar las duraciones a la actividad de concreto que es de 1 día.

Para esto, se cuadruplica las capacidades de las cuadrillas en las actividades de acero y encofrados de muros.

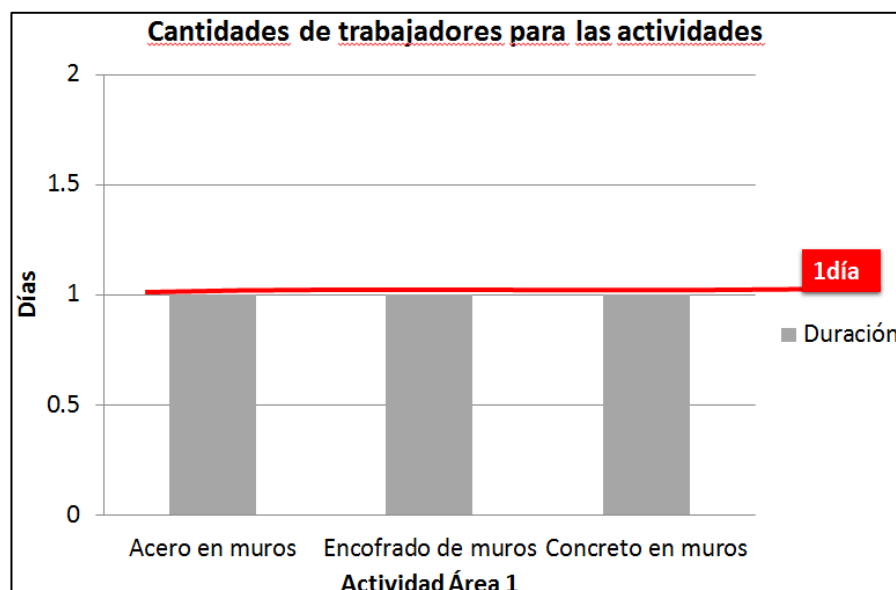


Figura # 15.b Gráfico Igualdad de Capacidades. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

*Ejemplo de Memoria de cálculo para programar con un solo ritmo

ACTIVIDAD AREA 1	Nº OBREROS	VOLUMEN DE CONSTRUCCIÓN	UNIDADES	VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN	UNIDADES	DURACIÓN CON 1 CUADRILLA (DIAS)	Nº DE CUADRILLAS	DURACIÓN (DIAS) RITMO
ACERO EN MUROS	4	3500	KG	980	KG/DIA	4	4	1
ENCOFRADO DE MUROS	4	300	M2	85	M2/DIA	4	4	Takt Time
CONCRETO EN MUROS	7	64	M3	80	M3/DIA	1	1	1

Figura # 16 Tabla de cálculo para programar con un solo ritmo

Se puede igualar el ritmo en todas las actividades cuadruplicando cuadrillas en acero y encofrado de muros. Esto permitirá un avance rítmico y un sistema más eficiente.

Ejemplo: disminución del tiempo.

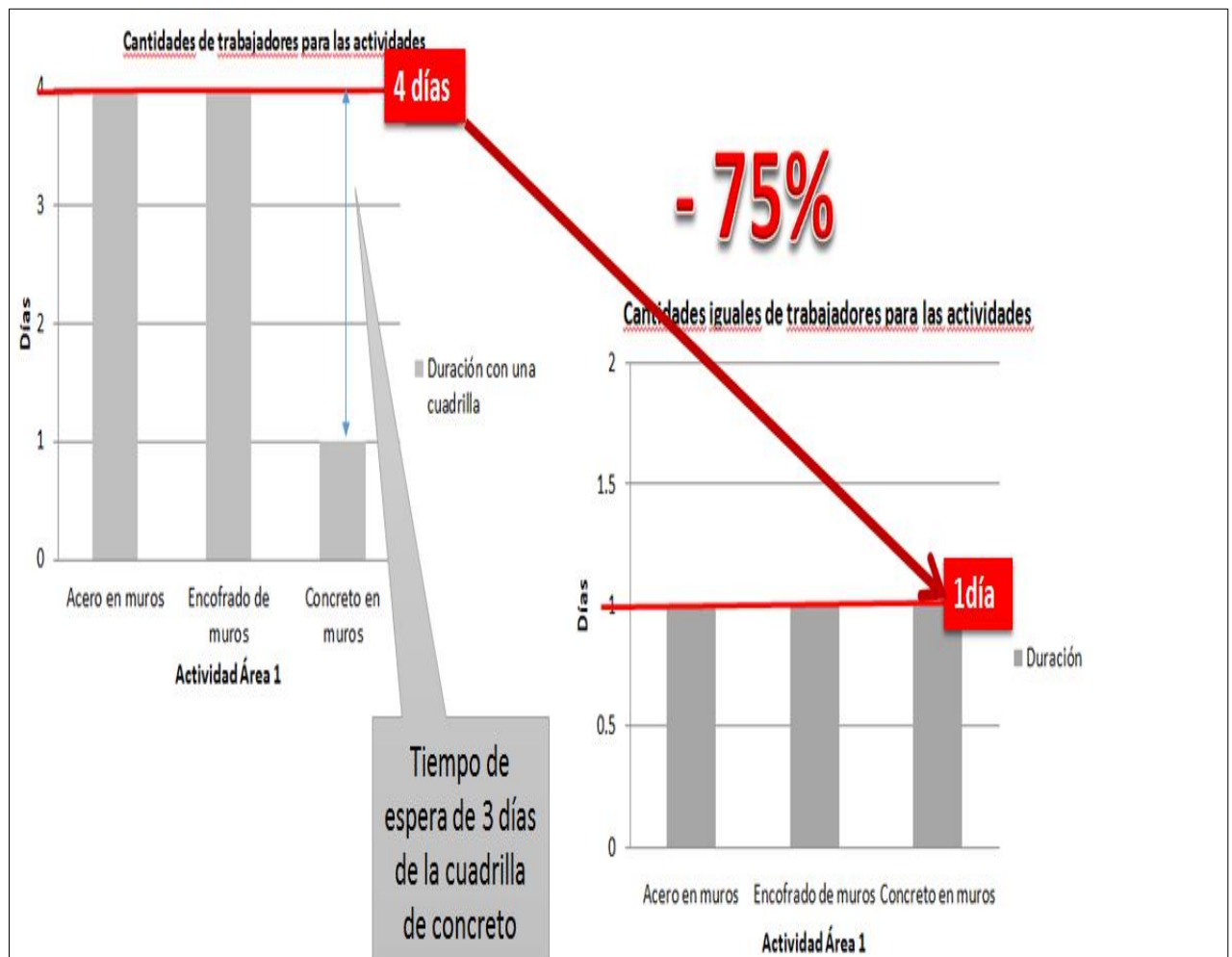


Figura # 17. Ilustración Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

E. Tren de actividades

El tren de actividades es una estrategia de ejecución utilizada para reducir la variabilidad y trabaja en conjunto con los lotes de producción. La finalidad es optimizar actividades repetitivas como edificaciones, montajes, etc.

Con esta herramienta se busca que los procesos que serán estaciones sean similares. Para mayor éxito, se debe considerar la actividad más compleja que se denomina “cuello de botella” a la que deben regirse las otras actividades o buscar opciones para incrementar su producción. También considera a todas las actividades como ruta crítica con la misma importancia.

De este modo, todos los días se tendrá una cuadrilla específica en cada actividad que producirá la misma cantidad en el mismo tiempo, logrando con el tiempo que la “curva de aprendizaje” para desarrollar aquella actividad sea menor. Por ende, cada día se tendrá un avance constante del proyecto con los mismos recursos dimensionados inicialmente.

PISOS Y VEREDAS EXTERIORES																				
LIMPIEZA Y NIVELACION	LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10										
RELLENO Y COMPACTACION		LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10									
INST. SANITARIAS_DESAGUE			LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10								
INST. SANITARIAS_AGUA				LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10							
INST. ELECTRICAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIÓN					LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10						
ENCOFRADO						LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10					
VACIADO DE CONCRETO							LT-1	LT-2	LT-3	LT-4	LT-5	LT-6	LT-7	LT-8	LT-9	LT-10				
ESTACIONAMIENTO VEHICULAR																				
EXCAVACION, LIMPIEZA Y NIVELACION	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5											
RELLENO Y COMPACTACION		PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5										
INSTALACIONES SANITARIAS (A + D)			PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5									
INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES				PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5								
ENCOFRADO					PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5							
HABILITAC. Y ARMADO DE MALLA DE ACERO						PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5						
VACIADO DE CONCRETO_FC=280							PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5					

Figura #18 Ejemplo de tren de actividades (Fuente: PROPIA)

En la figura 18 se tiene la columna de actividades seguido de la distribución de sectores en lotes de producción que se diferencia por colores pero de forma secuencial con las mismas cuadrillas día tras día.

F. Buffers

Una programación eficiente será fundamental para el éxito del proyecto. La variabilidad propia de las mismas se pueden controlar con las herramientas propuestas por el Last Planner System, sin embargo hay algunas que son inherentes a esta metodología para lo que se propone el uso de buffers de programación, con la finalidad de tener una planificación más certera y que absorba la variabilidad.

Los buffers o también llamado holguras de programación son de mucha utilidad para disminuir la incertidumbre en la obra propia de la variabilidad.

Se tienen 3 tipos de buffers a considerar:

Buffer de Tiempo:

Los buffers de tiempo se usan para establecer “hitos metas” confiables para cada etapa del proyecto, en vista de las complicaciones que puedan existir. En el caso de los proyectos de CHT, se implementaron las “programaciones en retroceso” que reducía los tiempos contractuales. También se consideró una programación de lunes a viernes, con la finalidad de completar la meta que podría faltar los días sábados y no impactar los porcentajes de cumplimientos (PPC) semanales del Last Planner System.

Buffer de Inventario:

Está referida a contar con herramientas o materiales adicionales a las explícitamente necesarias para ejecutar la actividad. Esto con el fin de lograr que los flujos no paren por problemas mecánicos o falta de equipos, herramientas o materiales.

Buffer de Capacidad

Los buffers de capacidad se refieren a tener actividades de contingencia si hubiese alguna complicación para ejecutar una actividad principal de la programación. Caso por ejemplo sería tener una cuadrilla de vaciado de losa en el sector C pero por problemas climáticos no se puede ejecutar dicha actividad, por lo que se podría tener la contingencia de tarrajeo de interiores en el sector G, de esta manera tendríamos siempre a personal trabajando. Sin embargo, se debe considerar enviar al personal a una actividad de contingencia productiva más no actividades no contributivas como limpieza, porque serían pérdidas.

Para el caso de dimensionamientos exactos de los buffers, se desconoce y esencialmente depende del criterio en conjunto de los involucrados en la producción, quienes aportarán con experiencia, criterio y preparación. A la larga, se obtendrá una administración efectiva de los recursos y el personal.

H. Last Planner System

Este sistema fue publicado por primera vez por Glen Ballard (1994) como herramienta para contrarrestar los principales obstáculos en la construcción, que para los autores son:

- ✓ La planificación no se concibe como un sistema, sino que descansa plenamente en la experiencia del profesional a cargo.
- ✓ La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- ✓ No se hacen mediciones del desempeño obtenido.
- ✓ No se analizan los errores de programación ni las causas que los originan.

La metodología aplicativa del sistema Last Planner se define como la última persona o grupo de personas que asignarán funciones directas a campo para ser transmitidas a toda la categoría del personal en obra. El responsable trabaja en miras al objetivo de lo que se planea hacer realmente se ejecute.

El “Last Planner” o último planificador es el que ejecuta el LPS, se define como la persona o grupo de personas que tienen la función específica de asignar el trabajo y transmitirlo directamente a campo, es decir están en el último nivel de planificación y se encargan de que toda la planificación se transmita efectivamente a los trabajadores de campo. Adicionalmente la función del último planificador es lograr que lo que *queremos* hacer coincida con lo que *podemos* hacer y finalmente ambas se conviertan en lo que *vamos* a hacer. Esto se puede relacionar con el siguiente esquema.

Dentro de las herramientas pertenecientes al Last Planner tenemos a escala los planes maestros, Lookahead a 6 semanas, programaciones semanales y diarias, etc. Todos parten desde una visión más general hasta llegar al detalle de la producción con seguimiento diario. Se complementa con las herramientas de medición de la efectividad del Last Planner y las programaciones en sus diferentes etapas, a través del Porcentaje de Cumplimiento y Causas de no cumplimiento.

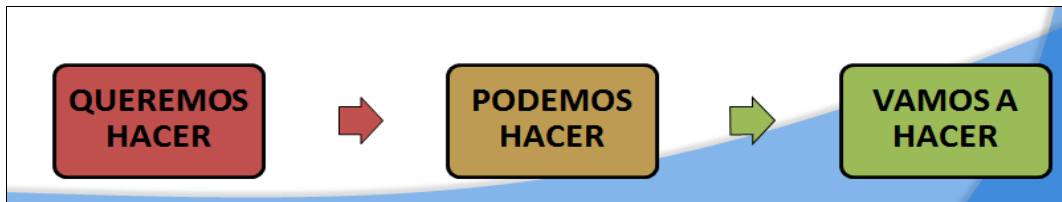


Figura #19 Pensamiento Last Planner (Capítulo Lean Perú)

Según Ballard (1994). “en los esquemas convencionales de manejo de obra en construcción, se invierte mucho tiempo y dinero generando presupuestos y planificaciones de obra; el esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. Todo funcionaria bien si viviésemos en un mundo perfecto”. Pero, como se sabe la planificación suele desviarse de lo propuesto prácticamente el primer día de la obra causando un efecto dominó y perjudicando las actividades siguientes, por esto se genera la necesidad de replanificar gran parte del proyecto, al ir disminuyendo las holguras. Dentro de la planificación general se genera una presión mayor por terminar más rápido, esto hace que los costos de mano de obra y equipos suban radicalmente trayendo como consecuencia, el uso de una gran cantidad de recursos por lo que se obtiene una eficiencia muy baja para lograr terminar la obra en los plazos establecidos.

En una de las primeras publicaciones de Ballard se presentó un esquema del sistema Last Planner como escudo protector entre lo que se planeaba y lo que se iba a ejecutar.



Figura #20 Esquema Last Planner (Fuente: Capítulo Lean Perú)

Se tendrá el esquema visual de las distintas etapas de programación del sistema Last Planner System como se muestra a continuación:

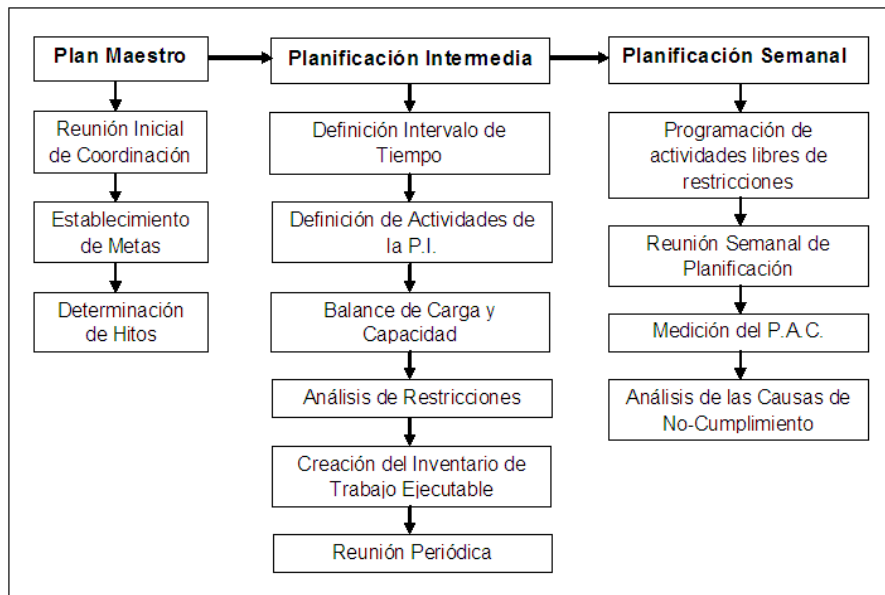


Figura #21 Estructura fundamental del Last Planner System (Adriazola y Torres, 2004)

a) Planificación maestra

En esta fase, la programación maestra englobará todas las actividades del proyecto hasta su culminación. No es necesario llegar muy al detalle en vista de ser un horizonte muy lejano, sino que se busca conocer a grandes rasgos la duración de actividades y la secuencia real de ejecución para terminar en hitos metas del proyecto por especialidad, ya sea casco, arquitectura o equipamiento.

Es la programación más general del sistema Last Planner que debe involucrar la mayor parte de los responsables en distintas etapas del proyecto para su exitosa realización. Posteriores herramientas del sistema irán adicionando los distintos buffers para absorber las variabilidades a las que se expone el Plan Maestro.

b) Programación por fases (Phase scheduling)

Es una herramienta que se realiza en el arranque del proyecto, pero que a diferencia de la programación general es mas detallada y que busca conocer las fechas metas o hitos del proyecto por etapas. Se plantea una reunión de producción que involucre a la mayor cantidad de especialidades para el proyecto, de tal forma que la interacción entre ellos logrará determinar las principales restricciones a las que se deben enfrentar y poner responsables que se encargaran del seguimiento y “levantar la restricción”.

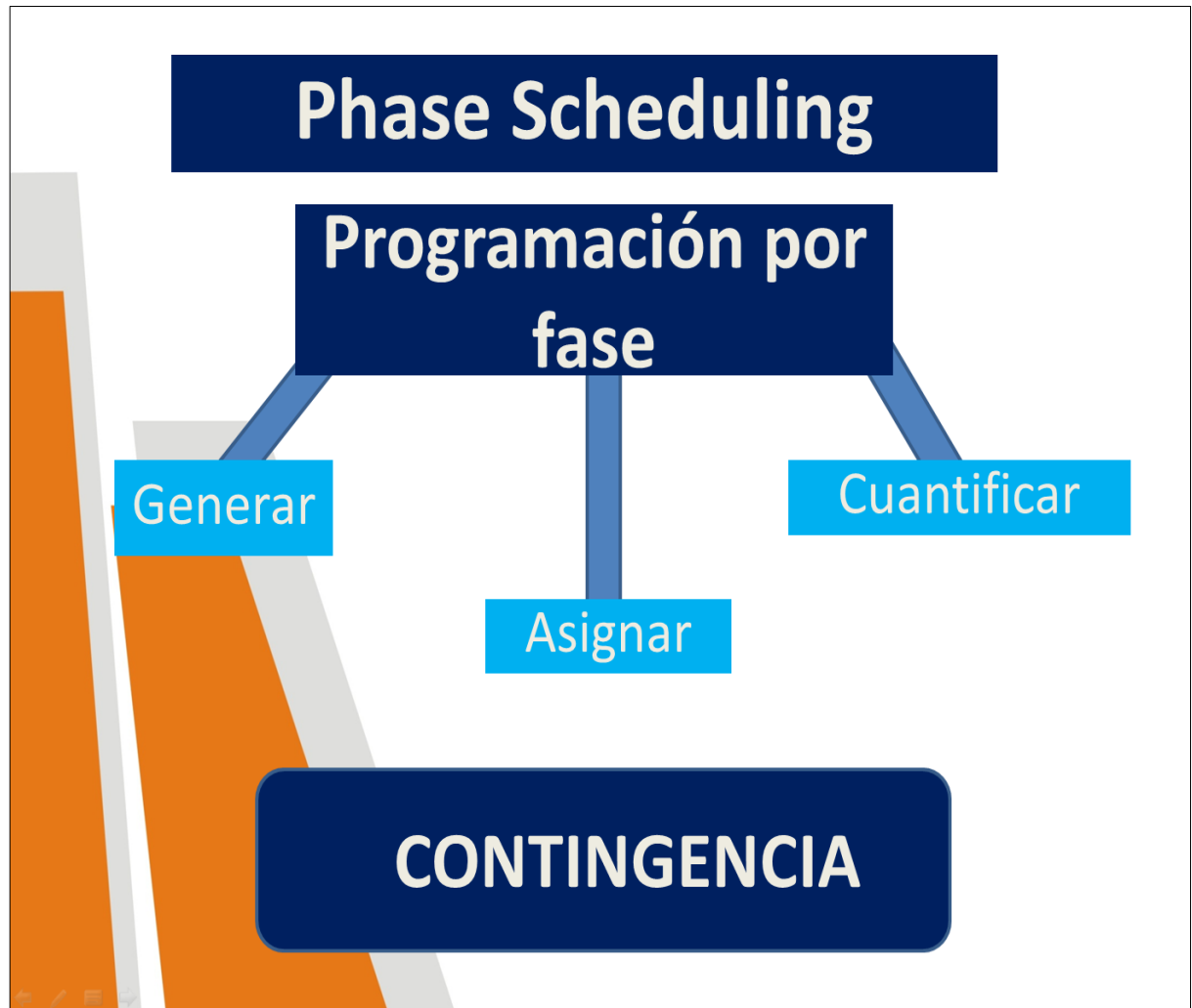


Figura #22 Interpretación del Phase Scheduling (Capítulo Lean, 2014)

Para realizar una programación por fases aplicamos la técnica de jalar “pull”, es decir que la actividad predecesora debe estar “liberada” y evaluar las restricciones para poder ejecutar la sucesora. Adicionalmente, se incluye en la sala de reuniones de 4 a 6 pizarras con post it que reflejaran las actividades y el flujo de avance por sectores además de las restricciones con su respectivo encargado.

Uno de los logros importantes de esta herramienta es lograr que todos se sientan comprometidos con la planificación del proyecto, que anteriormente era impuesto por el residente o encargado de producción con ideas independientes al pensamiento grupal, lo que se denomina “planificación colaborativa”. Con el equipo de producción se debe determinar la lógica de la secuencia de actividades y el tiempo para cada proceso e incorporar los buffers

Descripción del proceso de la planificación por fases:

1. Definir la estructura

Se tiene que definir los sectores, actividades, equipos y responsables de la fase para poder establecer cómo se llevara la planificación.

2. Armar el panel

Se deberá armar el panel incluyendo en el eje de los verticales todas las actividades involucradas en la fase y en el eje horizontal el tiempo que normalmente se controla por semanas.

3. Desarrollar la planificación

Alarcón establece 7 pasos para desarrollarlo:

- a) Definir y presentar la fase
- b) Recorrer el plan de fin a inicio. Registro de la información.
- c) Recorrer y reexaminar la lógica del plan. Lluvia de ideas.
- d) Factibilidad de la lluvia de ideas. Separación de buffers/holguras.
- e) Revisar el plan con nuevas duraciones.
- f) Administrar el tiempo en función de la incertidumbre
- g) Resumir el trabajo realizado y los acuerdos alcanzados con el equipo

4. Reexaminar el programa

En esta parte se debe agregar las holguras y reajustar el plan general, determinar nuevas duraciones de actividades, detectar restricciones importantes y finalmente resumir el trabajo realizado y los acuerdos tomados por el equipo.

5. Revisar las restricciones

Los post it agregados a la pizarra representar actividades (algunas pueden convertirse en restricciones), pero para que se cumplan las actividades y por consiguiente el plan se tienen restricciones, en esta parte se trata de identificar dichas restricciones para asegurar el flujo según lo planeado.

6. Cumplir los acuerdos

La esencia de la programación por fases es que los acuerdos hechos por el equipo de trabajo conjunto tienen la fuerza de un contrato.

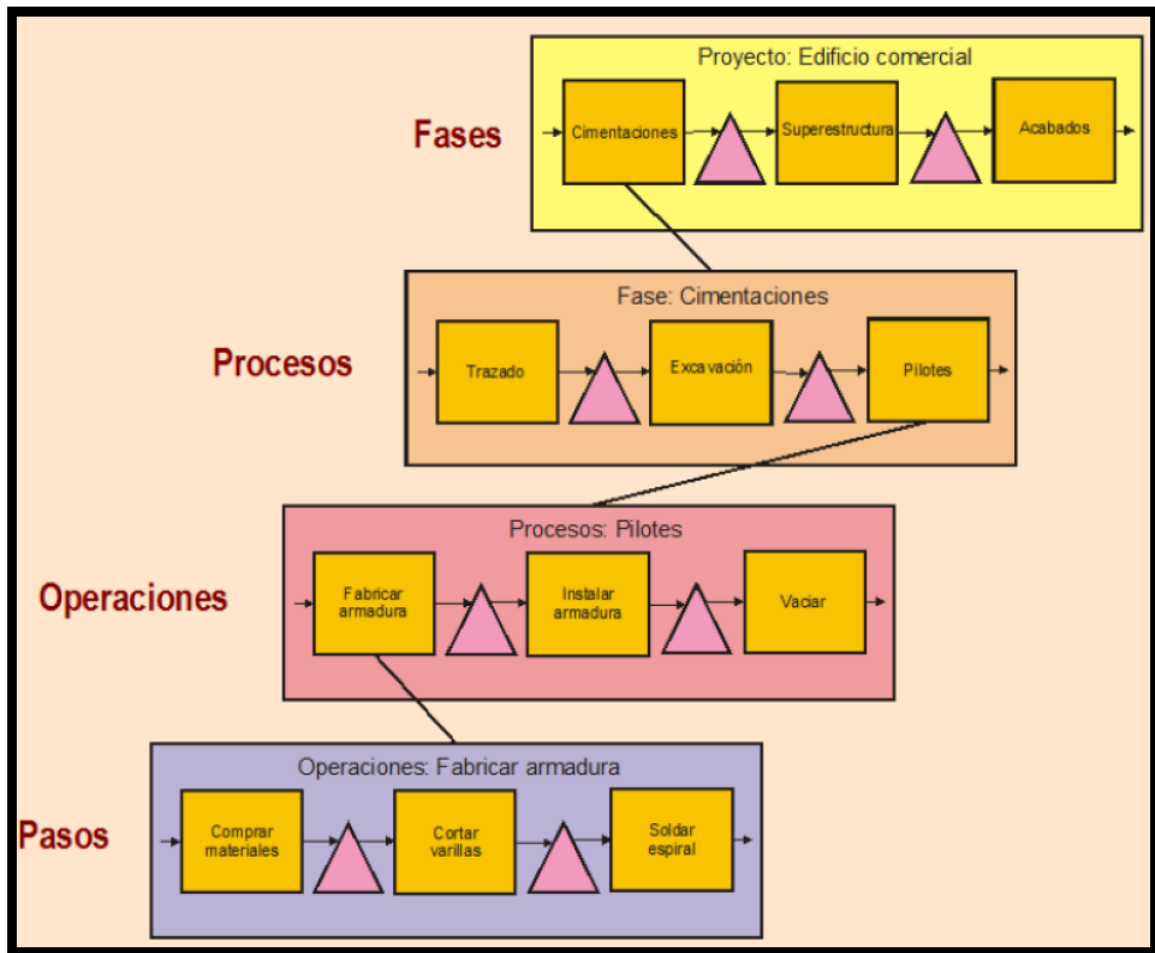


Figura #23 Programación por fases (Inés Castillo, 2014)

c) Planificación Lookahead

La herramienta Lookahead Planning, cuya traducción sería “visión anticipada” de los problemas que trabaja como programación intermedia entre el plan maestro y la programación semanal. Permite tener una idea anticipada de las actividades por venir.

Propuesto por Glend Ballard y Howell 1994 que tiene como objetivo controlar el flujo de trabajo. Según Ghio (2001) “un porcentaje considerable de los factores que afectan la eficiencia y la productividad en las obras tienen como causa fundamental el no contar con los recursos necesarios en el momento que se requieren”.

Los tiempos de intervalo de anticipación se evaluarán según las necesidades preferenciales de la empresa como las variabilidades del proyecto y el tiempo logístico como parte de las restricciones detectadas. Así, para el caso de proyectos de infraestructura se emplean periodos de 4 a 6 semanas. Se tendrá en consideración la cantidad de materiales y equipos, mano de obra, tiempo logístico y levantamiento de

consultas al cliente. Con ello se tendrá una planificación semanal más aterrizada para asegurar el flujo.

Pasos para la planificación Lookahead:

1. Seleccionar aquellas actividades que se sabe que se podrían realizar cuando se programen. Tomar en cuenta si existen cambios en el diseño, temas sin resolver, disponibilidad de materiales y la probabilidad de que las actividades previas puedan ser terminadas cuando se necesiten.

2. Dividir las actividades en asignaciones. Una asignación es una orden directa de trabajo y, por lo tanto, es el nivel más de la planificación.

3. Analizar las restricciones, proceso que se realiza para saber si las asignaciones pueden ejecutarse cuando se han programado. Se divide en dos:

Identificar las restricciones, adelantándose a seleccionar las posibles causas que pudieran hacer que una actividad no se realice.

Analizar las restricciones, que consiste en ver si se tiene la información suficiente, si se cuentan con todos los recursos, si los trabajos preliminares se van a terminar, etc. Sólo pueden avanzar en las semanas y entrar en la programación aquellas asignaciones que se encuentren listas y sin restricciones.

Los factores a tomar en cuenta en el análisis de restricciones son: el cumplimiento de las tareas precedentes, el diseño y especificaciones de los detalles constructivos, la disponibilidad de componentes y materiales, la disponibilidad de mano de obra, de equipo, de espacio y la consideración de posibles impedimentos por condiciones externas.

4. Mantener un grupo de asignaciones denominado “trabajo de reserva”, el cual es un “buffer” para mantener la eficiencia de la labor si las actividades planeadas no se pueden ejecutar o si el personal termina antes de lo previsto.

5. Equilibrar la cantidad de trabajo por hacer con la capacidad que se tiene en obra.

6. Listar los requisitos que se deben tener en cuenta para ejecutar las asignaciones en la semana que se han programado.

d) Inventario de trabajo ejecutable (ITE)

Son aquellas actividades que fueron previamente evaluadas por el staff de producción y planificación antes de ser programada en el Plan semanal. Debe incluir los buffers de capacidad en caso no se llegue a cumplir alguna actividad, pero siempre habrá de estar liberada de cualquier restricción y contribuir como trabajo productivo en el proceso.

Se crea un listado de todas las actividades posiblemente realizables para que en caso de haber dificultad en una cuadrilla para cierta actividad se transfiera a la actividad auxiliar. De esta manera llegamos al final de la semana con un porcentaje de cumplimiento “PPC” mucho más favorables para la productividad.

e) Programación semanal

La programación semanal es una herramienta más detallada que trabaja en conjunto con el Análisis de Restricciones para garantizar que todas las actividades a realizar se encuentren liberadas, así como determinar los metrados de avance por cada día y las cuadrillas que se harán responsables de los frentes de trabajo. Se busca que la información de las actividades llegue correctamente a campo con una reunión previa para debatirlas.

Análisis de Restricciones

La Teoría de Restricciones trabaja de la mano con la actividad menos efectiva de la producción denominado “cuello de botella” con la que debe considerarse aumentar su efectividad en la línea de producción o imponer a las otras actividades a la capacidad limitada de la más débil para una planificación más acertada.

Las restricciones se desprenden del análisis del Lookahead a 16 semanas previamente planteado, que indica como una señal de alerta las actividades que no pueden ser realizadas por falta de materiales, equipos, información, herramienta, mano de obra, etc. Debe tener un responsable para el seguimiento de “levantar la restricción” con nombre y apellido además de fecha meta.

Con esta potente herramienta se logra la integración del equipo para un mismo objetivo quienes en conjunto criterio técnico y experiencia determinarán las complicaciones que se presenten, para terminar en un formato establecido por el sistema Last Planner como “Lista de restricciones”.

a) Programación diaria

Es el seguimiento de avance diario realizada por el ultimo planificador para ser transmitida a los maestros y capataces. Debe ser entendible de tal forma de designar los trabajos que se tienen programados durante la jornada.

Con esta herramienta se podrá conocer los metrados de avances diarios, la ubicación de las cuadrillas, los tiempos para ejecución de cada actividad y aquellos incidentes o causas de incumplimiento por las que no se alcanza el 100% de lo planificado. Al final del día conviene conocer lo planificado con lo realmente ejecutado para reajustar las programaciones del día siguiente y no caer en actividades con restricciones para ejecutarlas.

3.4 HIPÓTESIS

Con la difusión de los conceptos y aplicabilidad de la filosofía Lean Construction y Last Planner System en la provincia de Picota, Región San Martín, se podrá incrementar la productividad de los proyectos, reducir los desperdicios y pérdidas frecuentes en el proceso constructivo, optimizar recursos y mejorar flujos continuos.

4. SISTEMA DE VARIABLES

4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Metodología de aplicación bajo lineamientos de la filosofía Lean Construction y Last Planner System.

4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Implementación del sistema en una edificación hospitalaria en la Provincia de Picota, Región San Martín.

4.3 OTRAS VARIABLES

Desarrollo aplicativo de la herramienta principal Last Planner System con la aplicación del Lookahead Planning durante 16 semanas.

Control de flujos de procesos con la aplicación de NGA (nivel general de actividades) y cartas balance.

Evaluación de procesos en Reuniones de Producción Semanales mediante el Análisis de Restricciones.

Seguimiento al levantamiento de observaciones y correcciones mediante las Causas de No Cumplimiento y Porcentaje de Plan Cumplido que concluyen en lecciones aprendidas.

5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizará el método Hipotético – Deductivo, por que partirá el estudio de los hechos particulares como las herramientas de control de producción diaria/semanal para obtener las conclusiones necesarias de la productividad de obra; el Método Analítico Sintético el cual es necesario para el análisis de la información y la sistematización respectiva.

5.1 METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

La metodología que se usó para la implementación piloto del Last Planner System en la constructora en estudio fue el “Sistema de Producción de CH&T” de manera escalonada y por fases, iniciando por talleres de capacitación sobre los conceptos Lean y del Last Planner System y continuando con la utilización de las herramientas como son el Master Schedule, Lookahead Planning y los Análisis de resultados como porcentaje de plan cumplido (PPC) y Causas de No Cumplimiento (CNC).

5.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología con que se desarrollará este trabajo será la siguiente:

Se seleccionará un proyecto en el cual se implementará la filosofía Lean Construction durante 16 semanas.

Se analizarán y describirán las herramientas aplicadas definidas en el Sistema de Producción de la empresa Chung&Tong Ingenieros.

Se describirá el proceso constructivo real del proyecto por actividades con todos los involucrados del proyecto.

Se analizará la etapa del proyecto durante 16 semanas mediante las herramientas definidas.

Se evaluarán la confiabilidad de las programaciones semanales utilizando las herramientas del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y se analizarán las Causas de No

Cumplimiento (CNC) que servirán como lecciones aprendidas y aporte a la mejora continua. Finalmente se obtendrán conclusiones de la implementación y recomendaciones para tener mayor efectividad para futuras aplicaciones.

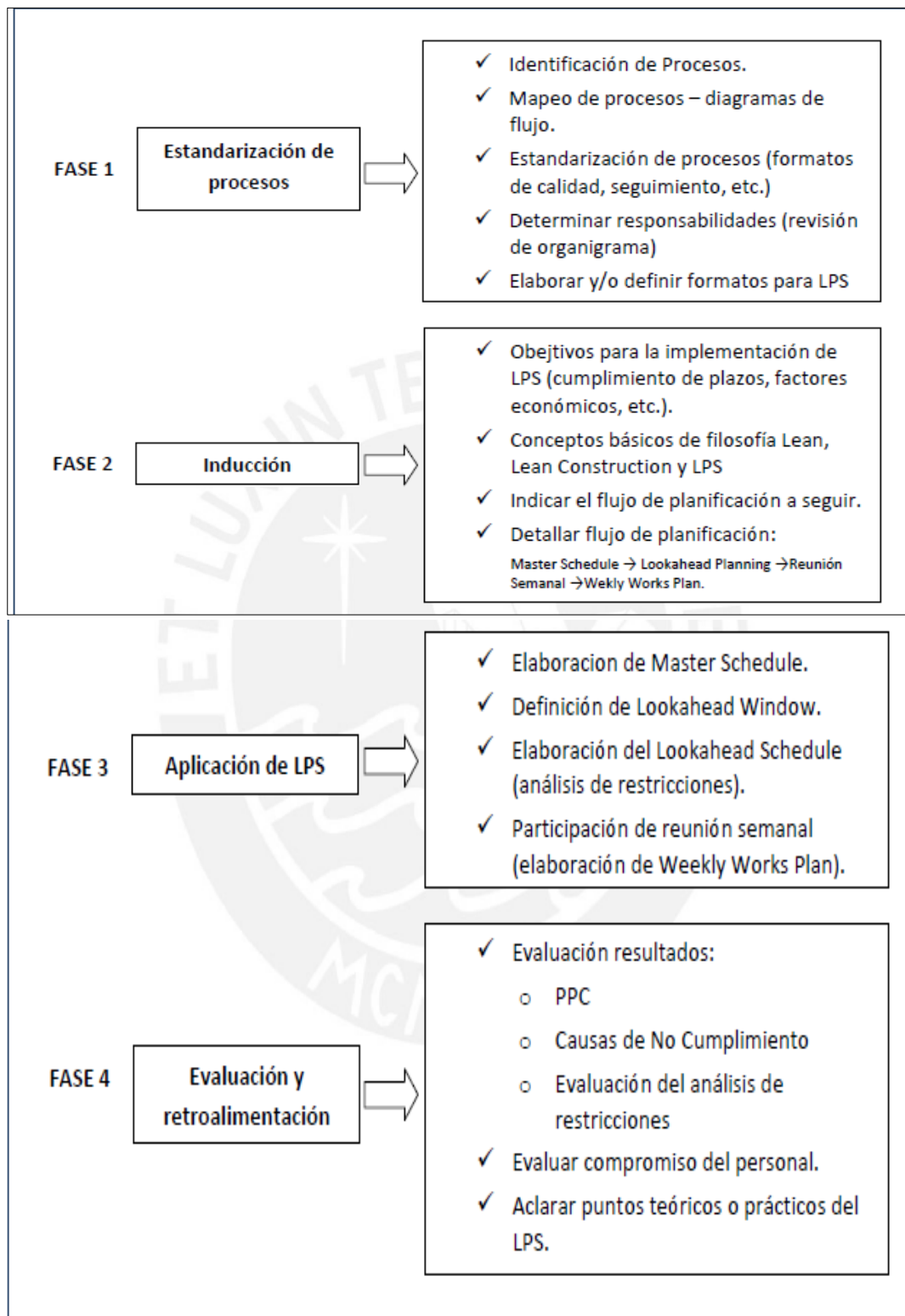


Figura # 24 Propuesta de implementación para el Last Planner System en empresa (Fuente: J. H. Loria)

5.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio que se utilizará es el descriptivo, con el propósito de identificar los escenarios estratégicos de la empresa que le permitan guiar a la organización de forma eficaz. Utilizando el tipo de estudio correlacional ya que se podrá relacionar las variables de la investigación presentes en el diagnóstico con la propuesta estratégica, para obtener las conclusiones y determinación de los elementos que serán parte del planeamiento del proyecto.

5.4 COBERTURA DEL ESTUDIO

5.4.1 UNIVERSO Y/O MUESTRA

La presente tesis abarca el estudio de un proyecto una edificación hospitalaria (Centro de Salud Tipo I-4) dentro del sector construcción para la Región San Martín, donde se evaluará la ejecución durante 16 semanas a la obra en mención en las etapas de casco (compactación, encofrado y vaciado) y acabados (tarrajeos y contrapisos).

5.4.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación se realizará en el Distrito de Picota, Provincia de Picota en la Región San Martín, el estudio de investigación ubicado en la misma provincia.

5.5 DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación transversal o transaccional será el utilizado; por lo que se efectuará un solo levantamiento de información en un solo momento y en un tiempo único, esto permitirá determinar adecuadamente las variables del diagnóstico que afectan a la empresa en su gestión de proyectos.

5.6 FUENTES TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS

5.6.1 FUENTES TÉCNICAS

En relación con las fuentes que suministran los datos de esta tesis, se trata de *Fuente primaria*, ya que los datos se toman insitu en la obra diariamente mediante formatos

preestablecidos de Planes Diarios y controles de productividad como los NGA's (Nivel General de Actividades) y CB's (Cartas Balance), dirigida al cumplimiento de las actividades programadas semana tras semana que se fundamentará en las técnicas de investigación, estructuración de actividades que orienten al tipo de requerimiento de información que se busca obtener.

5.6.2 HERRAMIENTAS APLICADAS


El proyecto de tesis se centra en el estudio y análisis de la aplicación de las herramientas lean en el proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL CENTRO DE SALUD I- 4 PICOTA, PROVINCIA DE HUALLAGA SAN MARTÍN”. Sin embargo, debido a que el campo de acción de Chung&Tong como empresa constructora no abarca todo el sistema de entrega de proyectos lean (LPDS) sino solo la parte de ejecución lean o construcción lean, nos centraremos en este módulo, analizando también los 2 módulos que van a lo largo de todo el sistema de entrega de proyecto lean que son el control de la producción y el trabajo estructurado.

En el siguiente cuadro se pueden observar la Matriz de herramientas disponibles para cada módulo del sistema de entrega de proyectos lean, además se indican las herramientas usadas en el presente proyecto.

Matriz de herramientas Lean

<div><div>HERRAMIENTAS DEL SISTEMA</div><div>LEAN THINKING</div></div>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		CAPACITACIÓN PERIÓDICA DE ASPECTOS LEAN	TALLER DE SIMULACIÓN DE PROCESOS	LECCIONES APRENDIDAS PERIÓDICAS	DIFUSIÓN DE PAPERS EN EL PORTAL DE CONOC	TAKT TIME	LOTES DE PRODUCCIÓN	PLAN MAESTRO CON TREN DE TRABAJO	PHASE SCHEDULLING	LOOK AHEAD PLANNING DE SEIS SEMANAS	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	PLAN DE PRODUCCIÓN (ITE)	PLAN DIARIO	ORDEN DE TRABAJO	MONITOREO DE INDICADOR DE CONFIABILIDAD	MONITOREO DE COMPROMISOS	ANÁLISIS DE CAUSA RAZ	VALUE STREAM MAP PROCESOS CONSTRUCTIVO	5S	GO TO GENBA	FIRST RUN STUDIES	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	CARTAS DE BALANCE	ENCUESTAS DE DETECCIÓN	SALA DE PRODUCCIÓN	DIGITALITAZION DE CONCLUSIONES	AUDITORIA PERIÓDICA	TABLERO DE INDICADORES	REPOSITORIO DE INFORMACIÓN	CONTROL DEL LEAD TIME LOGISTICO	CONTROL DEL LEAD TIME DE PAGOS
CONOCER LOS PRINCIPIOS LEAN		X	X	X	X																										
ENTENDER LAS HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION		X	X	X	X																										
IDENTIFICACIÓN DE PERDIDAS																															
MANTENER FLUJOS CONTINUOS																															
ASEGURAR FLUJOS EFICIENTES																															
ASEGURAR PROCESOS EFICIENTES																															
PASAR A LA MEJORA CONTINUA																															
REDUCIR VARIABILIDAD																															
REDUCIR TIEMPO DEL CICLO																															
JALAR EL PRODUCTO																															
INTEGRACION DE LOS INVOLUCRADOS EN OBRA																															
INTEGRACION DISEÑO - CONSTRUCCIÓN																															
INTEGRACION OBRA - LOGISTICA - PAGOS																															
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA																															
ASEGURAR TRANSPARENCIA																															

La matriz muestra las herramientas seleccionadas en el sistema para abordar los temas de Lean Thinking



CHUNG & TONG
INGENIEROS S.A.C.

La matriz muestra las herramientas seleccionadas en el sistema para abordar los temas de Lean Thinking



Figura # 25 Herramientas aplicadas (Fuente: CHT INGENIEROS SAC)

5.7 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

5.7.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se efectuará el análisis lógico de la información semana tras semana, mediciones y avances para la confiabilidad del planeamiento mediante las herramientas del Last Planner System.

5.7.2 PRESENTACIÓN DE DATOS

La presentación de los resultados se visualizará en las Reuniones Semanales de Producción como un *Panel de Control* con cuadros estadísticos, diagrama de barras y secuencias gráficas de avance (lotes) para el análisis de la confiabilidad de la programación ejecutada, permitiendo analizar las Causas raíces que llevaron a incumplimientos de metas o trabajos no ejecutados viéndose las causales como lecciones aprendidas en búsqueda de la mejora continua para las siguientes semanas.

6. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CHUNGYTONG INGENIEROS S.A.C es una empresa que nace en el año 2002, especializada en la consultoría y ejecución de obras orientada a la mejora continua de nuestro desempeño y comprometida con el desarrollo de nuestro personal, brindando servicios de consultorías tanto en el desarrollo de proyectos y supervisiones de obras, asimismo cuenta con la división de ejecuciones de obras y desarrollo de proyectos inmobiliarios, con lo cual convierte en una buena alternativa de solución para nuestros clientes, empresas asociadas e inversionistas. Actualmente estamos en constante crecimiento en todas nuestras unidades de negocios, siendo nuestra principal experiencia proyectos de infraestructura bancaria, centros comerciales, edificios institucionales, hospitales y obras viales.

✓ Misión

Contribuir con el desarrollo del país desde el sector construcción, brindando satisfacción a nuestros clientes con calidad y eficiencia.

Ser una compañía sostenible, respetando el medio ambiente; otorgando seguridad y bienestar a nuestros colaboradores, promoviendo su desarrollo personal y profesional.

✓ **Visión**

Consolidarnos como un Grupo Empresarial referente del sector construcción con presencia regional, reconocida por sus servicios especializados basados en procesos de calidad, seguridad y un equipo humano altamente profesional.

✓ **Valores**

- Responsabilidad:

Cumplimiento de objetivos con la calidad deseada y basado en la confianza recibida.

- Compromiso:

Identificación de los requerimientos y plazos de entrega.

- Integridad:

Es todo el esfuerzo y el trabajo para ser coherentes entre lo que decimos y lo que hacemos.

6.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

6.2.1 ENFOQUE LEAN EN LOS PROYECTOS DE CHUNG & TONG

El sistema de Producción desarrollado tiene como finalidad aplicarlo en las obras de construcción de Chung & Tong considerando lo siguiente:

Se puede aplicar en obras de cualquier tipo (edificaciones obras nuevas, remodelaciones, carreteras, obras de infraestructura, etc)

El Ingeniero Residente será el encargado de implementarla en obra con el apoyo de todo su equipo de trabajo

El Jefe Central de Planificación debe dar el soporte de la metodología del sistema bajo dos tres aspectos:

Entrenamiento de acuerdo al programa.

Difusión de artículos y lecciones aprendidas en el portal de la empresa.

Auditorias periódicas.

Al iniciar una obra el Ingeniero Residente con el Jefe Central de Planificación deberán definir y seleccionar las herramientas del sistema a utilizar en su obra.

6.2.2 MATRIZ DE HERRAMIENTAS LEAN

Son 30 elementos del sistema que abordan 15 puntos de Lean Thinking

Los elementos se han diseñado considerándolos como herramientas de planificación y control, indicadores de desempeño, sistema de entrenamiento y de mantenimiento de la información, auditorias y mecanismos de reuniones

Se han preparado estándares sencillos de leer con rutinas y en algunos casos ejemplos aplicativos.

Incluye formatos que acompañan los estándares.

6.3 CASO DE ESTUDIO

Para las referencias y datos necesarios previos a la implementación del “Last Planner System”, en el presente capítulo se presentará las características y antecedentes técnicos de este proyecto.

El sistema se implementó para el proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL CENTRO DE SALUD I- 4 PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA SAN MARTÍN” a cargo de la empresa contratista Chung&Tong Ingenieros S.A.C liderada por el Ingeniero Residente de obra Hitler Guerra Pezo. La fecha de inicio del proyecto fue el 01 de Agosto del 2015; consiste en el mejoramiento de la infraestructura del centro de Salud Tipo I-4, que consta de 13 módulos, de las cuales 02 módulos se encuentran en el segundo nivel, 03 pistas, 02 tanques de petróleo y GLP y 03 Casetas de control. Además la construcción del cerco perimétrico y demás especialidades como aire acondicionado, gases medicinales y sistema contra incendios y contempla la implementación posterior del equipamiento biomédico.

6.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO



Figura # 26. Consorcio Salud Picota (Fuente propia)

Los ambientes serán debidamente equipados con muebles de melanina, madera y cerramientos, comunicaciones e instalaciones sanitarias y eléctricas, sistemas de aire acondicionado y gases medicinales, además del equipamiento biomédico.

6.3.2 UBICACIÓN DE LA OBRA

El terreno asignado para la construcción del nuevo Establecimiento de Salud de Picota se encuentra en un lote urbano, ubicado con frente al Jirón Aeropuerto y al Jr. Tiwinza, Mz 16, de la provincia de Picota, Región san Martín.

El terreno de forma de un polígono irregular de cuatro lados, alargado en el sentido Norte – Sur, paralelo al Jr. Aeropuerto, la topografía es casi plana con diferencia de nivel de 1.00 m en el sentido transversal.

El terreno tiene dos frentes que dan hacia el Jr. Aeropuerto y al Jr. Tiwinza, y dos frentes hacia propiedad de terceros.



Figura # 27. Vista Aérea Picota. Fuente: Expediente Técnico Arquitectura "Consortio Salud Picota"

6.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

El terreno tiene forma irregular, con un área de 10.767.54 m².

Tiene un perímetro de 488.20 ml, conforme al levantamiento realizado por el equipo consultor.

El terreno no contó con ningún tipo de edificación que comprometa la ejecución de la construcción del nuevo Establecimiento de salud de Picota, es un terreno ubicado en una zona de expansión urbana en proceso de ocupación, con presencia de construcciones de un piso.

El certificado de parámetros Urbanísticos y Edificatorios, no da mayor referencia normativa en relación a los Items o parámetros que debe considerar el proyecto, indica solo el alineamiento con el Jr. Aeropuerto con una distancia al eje de vía de 6.25 ml. y para el Jr. Tiwinza un alineamiento al eje de vía con una distancia de 6.25ml.

Las secciones de las vías serán ratificadas por la Municipalidad, luego de que se concluyan los proyectos de habilitación urbana de la zona que se encuentran a nivel de anteproyecto, el Municipio no cuenta con un Plan Director de Desarrollo Urbano.

6.3.4 PRESUPUESTO DE OBRA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES , TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				312,135.62
02	ESTRUCTURAS				4,624,479.49
03	ARQUITECTURA				4,490,717.49
04	INSTALACIONES SANITARIAS				1,774,238.37
05	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				1,480,488.01
06	INSTALACIONES MECÁNICAS				2,053,060.10
07	SISTEMA DE COMUNICACIONES				4,368,535.51
	COSTO DIRECTO			S/.	19,103,654.59
	GG+UT		25%	S/.	4,775,913.65
	ST			S/.	23,879,568.24
	IGV		18%	S/.	4,298,322.26
	TOTAL			S/.	28,177,890.50
	COSTO TOTAL DE EQUIPOS				12,918,952.16
	TOTAL				41,096,842.66

Figura # 28. Tabla Resumen de Presupuesto. Fuente: Expediente Técnico Contractual

6.3.5 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

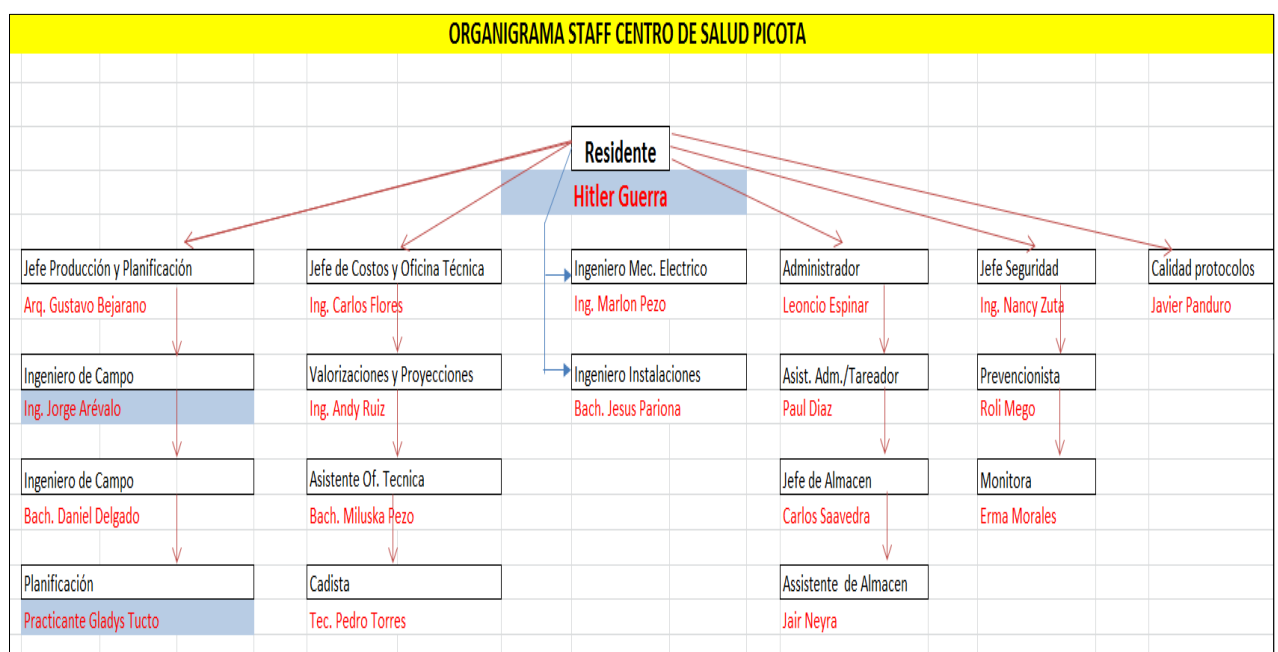


Figura # 29. Personal staff de obra “Consorcio Salud Picota” (Fuente Propia)

6.3.6 IMPLEMENTACION DEL LAST PLANNER SYSTEM

Como se visualiza en la Figura #29, en el “Consortio Salud Picota” se implementó un Área de Planeamiento de obra, la misma que estaba encargada de realizar la programación de actividades, visualizar el cumplimiento de actividades, controlar el rendimiento de las cuadrillas y registrar las restricciones que impedían el cumplimiento de las mismas, así como los saldos de obra.

La implementación se realizó previo curso taller de capacitación de 05 días a cargo del Ingeniero *Jorge Miranda*, experto en sistemas de producción en construcción de edificaciones. A continuación se detallará los pasos que se siguió para la implementación del “Last Planner System” en el proyecto.

- A. Capacitación al personal vinculado** La primera etapa para implementar cualquier nueva metodología es la capacitación del personal vinculado, la cual proporciona los conocimientos necesarios que permita desarrollar y poner en práctica los conceptos y herramientas que propone.
- B. Teoría de Lotes** Lo ideal es que una cuadrilla entregue sus productos apenas los termine para que la siguiente cuadrilla empiece el trabajo lo antes posible.

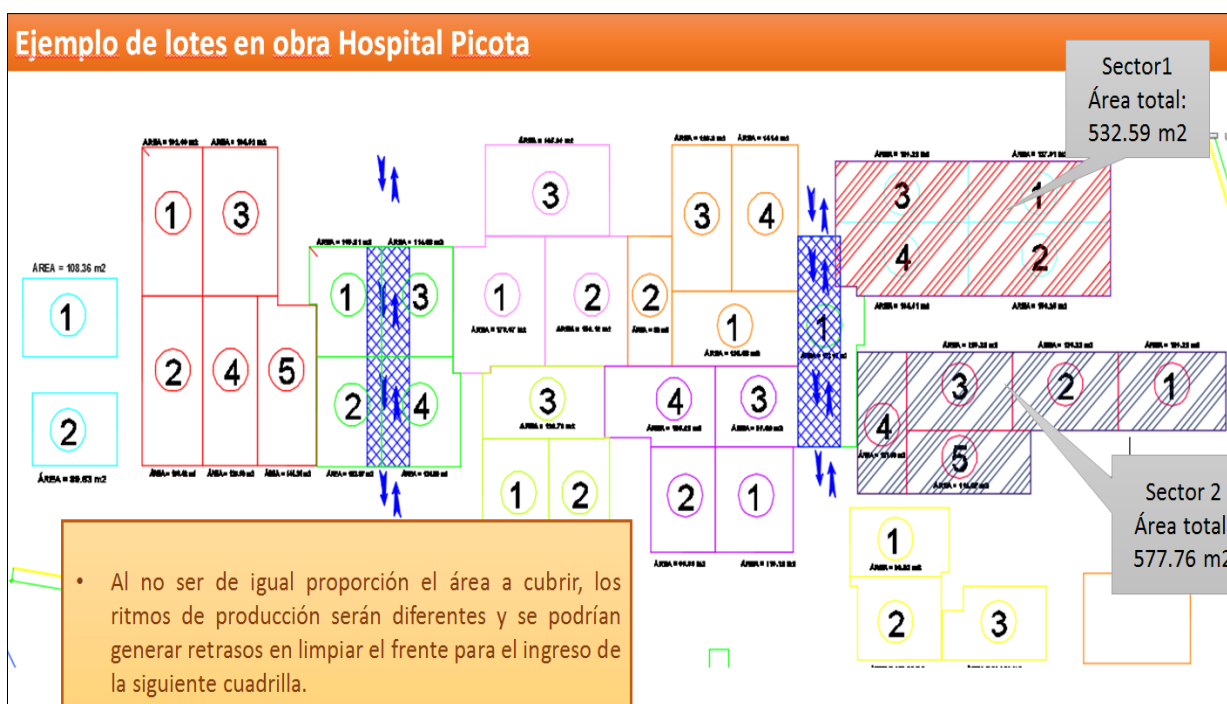


Figura # 30. Lotes de Producción para edificación hospitalaria. Fuente: “CONSORCIO SALUD PICOTA”

La definición de la cantidad de sectores está relacionada a tiempo del ciclo definido por los procesos y a los denominados cuellos de botella de la obra.

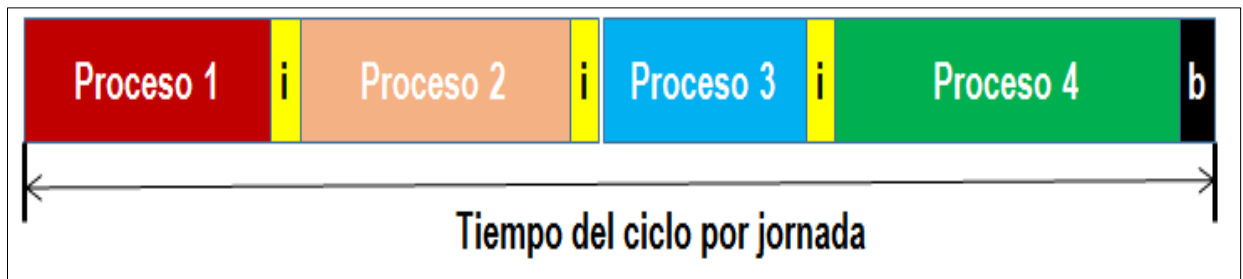


Figura # 31. Tiempo de ciclo por procesos. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG”

Sectorizar la planta en lotes de áreas similares para generar volúmenes similares de producción.

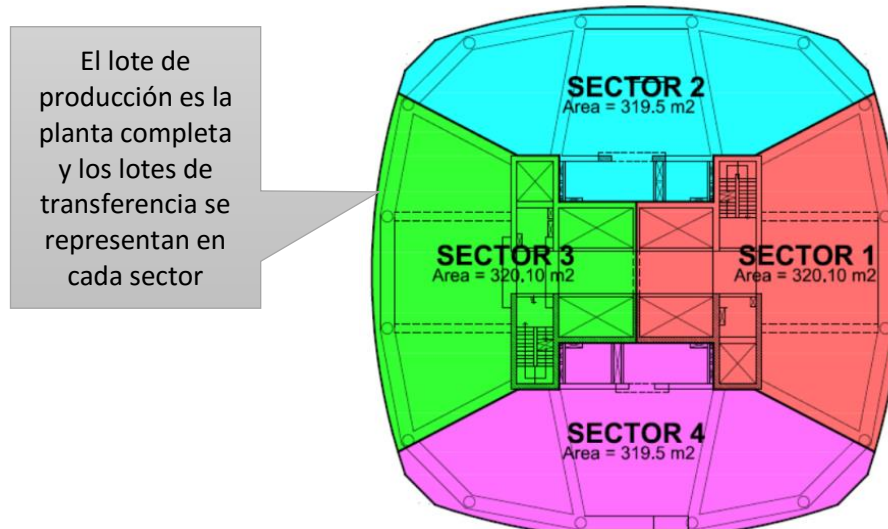


Figura # 32. Lotes de Transferencia Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

De la Figura 32, se define cuatro lotes de transferencia que permitirán:

- Secuencia de procesos repetitivos
- Traslado de cuadrillas con trabajos similares en cada sector
- Aprovechamiento de equipos con capacidad de producción estándar

C. Plan Maestro

La técnica para desarrollar el Plan Maestro son los Trenes de Trabajo.

Los Trenes de Trabajo son técnicas de programación a ritmo constante que promueve parcelas similares de trabajo cada jornada para la misma cuadrilla durante todo el ciclo de construcción.

Es muy similar a las líneas de producción de las fábricas, ya que se promueve la repetitividad para mejorar la productividad con la curva de aprendizaje.

Se desarrolla antes de iniciar la obra.

Rutina del Plan Maestro - Tren de Trabajo – TT

¿Cuándo realizarlo?

Antes de iniciar la obra o al inicio de la obra con todo el staff.

¿Con que software prepararlo?

En Microsoft Excel. Sin embargo inicialmente se debe hacer una sesión con papelógrafos en la sala de reuniones que promueva la intervención de todos los involucrados para proponer los lotes y la normal tecnológica.

¿Qué beneficios aporta el Tren de Trabajo?

Al calcular el tren de trabajo, se genera un plan de producción hasta final de obra que sirve como marco para todo el sistema de producción. Permite calcular las capacidades de las cuadrillas y de los equipos.

¿Vamos a trabajar en obra siempre con el TT?

Luego de definir el TT, se realiza una sesión para definir hitos. Este es el PGR que reemplazará el TT.

Todo proyecto de construcción se plasma en un Master Scheduling o Programa Maestro que debe realizarse antes de la ejecución misma del proyecto o en las primeras semanas. Para ello, se estableció un formato simple definido por las herramientas del sistema de producción interna de la empresa utilizando el programa Microsoft Excel (**ver Anexo 4**). Pese a ello, es importante mencionar que no se obtuvo mayores beneficios de este sistema puesto que habían transcurrido 4 meses de iniciado el plazo contractual del proyecto, pero se conserva el back-up de información de la obra para futuros proyectos de la empresa. A continuación se visualiza el Tren de trabajo para el proyecto.

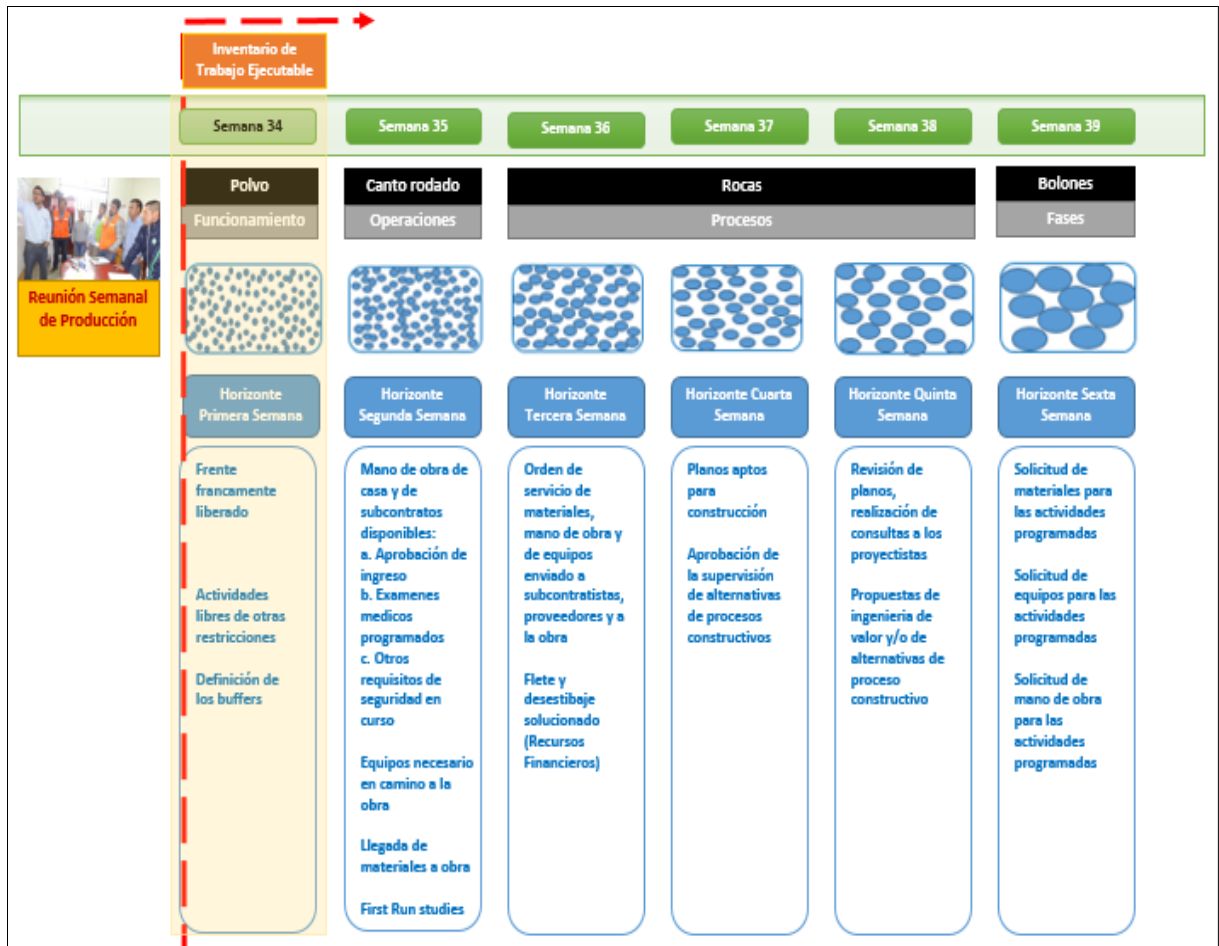


Figura # 34. LAP en el tiempo. Consideraciones Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

Como se muestra en la **Fig.34**, la analogía de clasificación de gravas como horizontes en las formas de la herramienta más importante del Lookahead Planning.

Prevía evaluación de la organización interna en general para las obras de la empresa *Chung&Tong Ingenieros S.A.C* se decidió que se analizaría un horizonte de **06 semanas** con la que se cubriría restricciones logísticas, liberaciones aprobatorias contractuales con el cliente, aprobaciones pendientes por las áreas de la organización, etc.

En el primer horizonte o semana 01, se debe tener actividades *Libre de Restricciones*, ya que al ser la más próxima, nos debe dar la seguridad de flujo continuo en los trabajos por ejecutar.

En la segunda semana, se debe haber liberado mano de obra y subcontratos disponibles y encontrarse encaminados a las exigencias del área de seguridad y salud ocupacional con los exámenes médicos, SCTR y pólizas, finalmente, los materiales requeridos con anterioridad deben haber llegado a obra.

En la tercera semana, se generan las órdenes de servicio para mano de obra, materiales y equipos que premediten costos de transporte o fletes para su liberación definitiva.

En la semana 04, se liberarán los planos y serán aprobados por supervisión y de lo contrario, en la semana 05, se debe prever las incompatibilidades o trabajos adicionales al presupuesto contractual y deben ser consultados por cuaderno de obra.

En la semana 06, con un horizonte más lejano, y que es probable sufra modificaciones por las distintas variabilidades de las actividades, se solicitará materiales, equipos y mano de obra para las actividades pendientes.

Una vez realizada la planificación para 6 semanas, a cada semana se le realizó el **Análisis de restricciones** de las actividades, se tomó en cuenta las siguientes restricciones o Make DO considerados: materiales, mano de obra, equipos y herramientas, diseño y cancha.

De acuerdo a las funciones de la planificación intermedia, se tomó una secuencia lógica para el desarrollo de las actividades a considerar la prioridad de ejecución, además se consideró la capacidad de la cuadrilla para la designación del trabajo.


									
Análisis de Restricciones (CH6.3) AR									
	Código	fecha	Restricción	Plan de acción	Responsable	Paso 1	Paso 2	Paso final	Fecha de levantamiento
1		15/04/2016	FALTA TUBERÍA HDPE EN SECTOR C	SEGUIMIENTO A PEDIDO ANTERIOR CO	CARLOS FLORES JORGE AREVALO JESUS PARIKONA	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	27/04/2016
2		15/04/2016	FALTA NIVEL	GENERAR REQUERIMIENTO	JORGE AREVALO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	27/04/2016
3		15/04/2016	FALTA TECNICO DE SUELOS	GENERAR REQUERIMIENTO	JORGE AREVALO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO ANTERIOR	27/04/2016
4		15/04/2016	FALTA REFLECTORES PARA TRABAJOS NOCTURNOS BLOCK H I J	GENERAR REQUERIMIENTO	JORGE AREVALO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	25/04/2016
5		15/04/2016	IMPERMEABILIZANTE	GENERAR REQUERIMIENTO	CARLOS FLORES	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	09/04/2016
6		15/04/2016	SUBCONTRATISTA PARA CONTRAZOCALOS SANITARIO DE TERRAZO BLOCK H	GENERAR ORDEN DE SERVICIO	CARLOS FLORES	GENERAR REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	27/04/2016
7		15/04/2016	KIT PARA CISTERNA BLOCK J	GENERAR ORDEN DE SERVICIO	CARLOS FLORES	GENERAR REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	27/04/2016
8		15/04/2016	CARPINTERIA METALICA	COORDINAR INGRESO DE CONTRATISTA	CARLOS FLORES	COORDINAR SU INGRESO A OBRA	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	27/04/2016
9		15/04/2016	BARITINA CUARTO DE RAYOS X SECTOR	GENERAR ORDEN DE SERVICIO	CARLOS FLORES	COORDINAR SU INGRESO A OBRA	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	SEGUIMIENTO A REQUERIMIENTO	27/04/2016

Figura # 35. Tabla de Restricciones. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

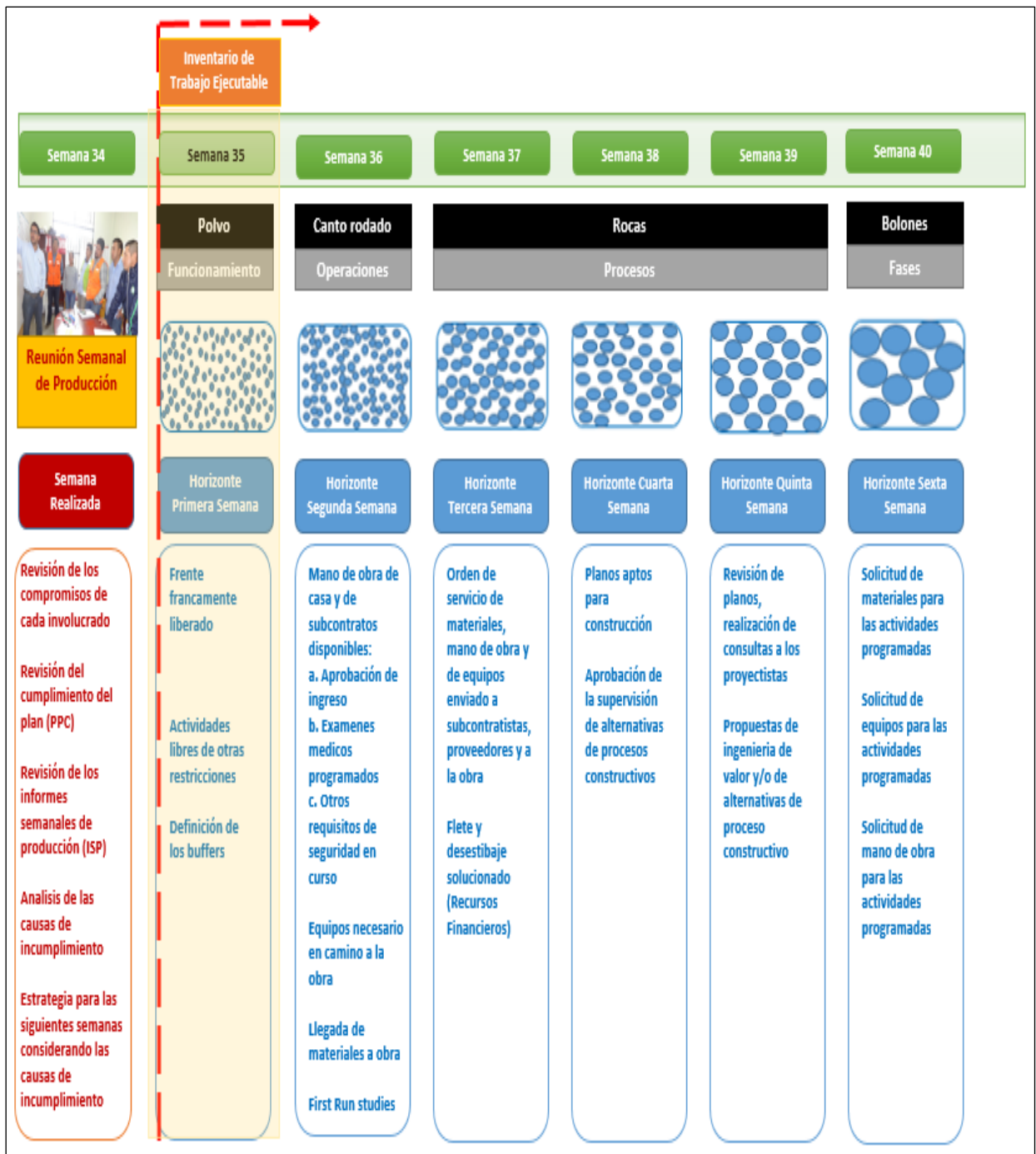


Figura # 36. LAP en el tiempo. Consideraciones Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG

Rutina del Look Ahead Planning – LAP

¿Cuándo realizarlo?

En las obras se ha definido reuniones semanales de producción los fines de semana.

El ingeniero residente debe realizar con los líderes de la oficina central un LAP mensual aprovechando las bajadas.

¿Cómo se organiza?

El líder de proyecto lo debe manejar.

Debe haber un moderador que solo este preocupado de la planificación de la reunión, y de las formas en el curso de la reunión.

¿Cuánto tiempo dura la reunión?

Aproximadamente 4 horas.

¿Cómo organizar las pizarras?

Se debe tener inicialmente un LAP en Excel a detalle antes de iniciar la reunión. Ya en la reunión solo se incluye en las pizarras los procesos representativos y la interacción entre diferentes involucradas. Utilizar los post it.

¿Cómo se define el nivel de restricciones por semana?

El horizonte de semanas en el tiempo tiene una gradualidad de restricciones de acuerdo a los esquemas presentados

¿Qué sucede si no se ha levantado la restricción en el periodo planificado?

No se programa la actividad.

F. PLANIFICACIÓN SEMANAL

Es la resultante de la primera semana del LAP. Se considera como Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) ya que son procesos que han pasado por filtros de disponibilidad de recursos, de frentes y de prerequisites. Es preparado durante la Reunión Semanal de Producción como parte del LAP por lo que no es necesario nuevas reuniones. Al final de la semana se debe medir el nivel de cumplimiento. En la **Fig. 37** se muestran los trabajos a ser ejecutados desde lunes a viernes, definidos en coordinación con los involucrados de producción. Aquellas actividades en paralelo se debieron a las necesidades propias del proyecto para liberar frentes de trabajo posteriores.

PLANEAMIENTO DEL CASCO - SECTORES						SEMANA 15					
						L	M	M	J	V	S
						11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr
NORMAL TECNOLÓGICA											
1	ASENTADO DE LADRILLO E1	m2	4	0	2			S1BJ	S2BJ	S3BJ	
2	ASENTADO DE LADRILLO E2	m2	4	0	2				S1BJ	S2BJ	
3	ENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	8	0	8	S3BE	S4BE	S5BE	S6BE	S1BJ	
4	CONCRETO EN COLUMNAS	m3	0	2	9	S2BE	S3BE	S4BE	S5BE	S6BE	
5	LIMPIEZA Y NIVELACION-FALSO PISO	m2	0	0	1	S1BE	S2BE	S3BE	S4BE	S5BE	
5	RELLENO Y COMPACTACION-FALSO PISO	m3	0	0	3	S1BE	S2BE	S3BE	S4BE	S5BE	
6	INSTALACIONES	glb					S1BE	S2BE	S3BE	S4BE	
7	CONCRETO EN FALSO PISO	m3	0	1	5			S1BE	S2BE	S3BE	
8	ACERO EN VIGAS DINTEL	kg	2	0	2				S1BE	S2BE	
9	ENCOFRADO DE VIGA + COLUMNAS CORTA	m2	4	0	4					S1BE	
10	CONCRETO EN VIGAS	m3	0	1	2		S1BC	S2BC	S3BC	S4BC	
11	MUROS DE LADRILLOS SOBRE V.C.	m2	6	0	3			S1BC	S2BC	S3BC	
12	ACERO EN VIGAS	kg	5	0	5				S1BC	S2BC	
13	ENCOFRADO DE LOSA MACIZA Y VIGAS	m2	7	0	7					S1BC	
	ACERO EN LOSA + ESTRIBAJE DE COLUMNETAS SUPERIOR +	kg	5	0	5						
4	INSTALACIONES ELECTR. Y SANIT.	m3	0	1	5						
15	CONCRETO EN LOSA MACIZA	m3	0	1	5						
17	ASENTADO DE LADRILLO	m2	4	0	2		S1BF	S2BF	S3BF	S4BF	
18	COLOCACION DE ACERO EN VIGA COLLARIN	kg	0	1	0			S1BF	S2BF	S3BF	
19	ENCOFRADO DE COLUMNETA Y VIGA COLLARIN	m2	0	1	1				S1BF	S2BF	
20	CONCRETO EN COLUMNETA Y VIGA COLLARIN	m3	0	1	1					S1BF	
			49	8	67						

Figura # 37. Plan Semanal de Producción Fuente: Propia

Adicionando conceptos Lean, se consideraron los días sábados como “buffers de programación” con la finalidad de absorber cierta variabilidad en los trabajos programados y mantener los hitos iniciales.

La reunión semanal de producción fue definida los días sábados como cierre de semana e inicio de la semana siguiente. Participaron en las reuniones el Ingeniero Residente, Oficina Técnica, Producción y puntualmente según requerimiento de información SSOMA y Administración.

Rutina del Plan Semanal de Producción - PSP

¿Cuándo realizarlo?

En la reunión semanal de Producción como parte del LAP.

¿Qué sucede si vemos la necesidad de cambiar el PSP durante la semana en curso?

Se puede realizar el cambio pero para medir el cumplimiento del plan debe considerarse el PSP original.

¿Qué sucede cuando tenemos PPC bajos?

Lo importante es realizar el análisis de causa raíz para conocer en donde radica el problema, con el fin de plantear estrategias para que no vuelva a ocurrir en la semana siguiente.

Se utilizan buffers en el PSP?

En cualquier planificación debemos utilizar buffers. De lo contrario no podríamos garantizar el flujo continuo.

¿Qué sucede si se cambia de planes durante la semana?

Siempre puede ocurrir cambio de planes por muchos motivos. La Planificación diaria absorbe esos cambios.

G. PLANIFICACIÓN DIARIA

Esta herramienta permite llevar un control de avance diario en la obra, que incluye las HH consumidas y el metrado ejecutado al final del día. Se menciona en el cuadro de observaciones las causas que impidieron el cumplimiento de las metas programadas y que posteriormente afectaron en las actividades posteriores.

Por ejemplo, como se muestra en la **Fig.38** para la actividad *“Relleno y Compactación”*, se planea un avance diario de 35.19m³ con 3 vibrocompactadoras operadas (esto referido al Plan Semanal previamente definido) que garanticen el ritmo constante y liberen frente a la actividad posteriores. Dentro de los problemas suscitados en esta fotografía de la obra, la causa principal del retraso de las actividades desligó de las lluvias torrenciales por casi 1 hora, originando pérdidas de HH en *“bombeo de aguas pluviales”* en toda la obra y posteriormente la saturación de suelo compactado lo que limita la ejecución de *“Concreto en Falso Piso”*. Se tuvo que replantear programación del día posterior con las actividades no ejecutadas.

								REVISADO: GUSTAVO BEJARANA		
								ELABORADO: GLADYS TUOTO PINEDO		
ACTIVIDAD	META	CANTIDAD EJECUTADA	UND	CUADRILLA			RESPONSABLE	HORARIO	% AVANCE	OBSERVACIONES
				OP	OF	AY				
ACTIVIDAD PRODUCTIVA										
ASENTADO DE LADRILLO - SECTOR 1, BLOQUE J	22.65	16.99	m2	4	0	2	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	75%	Programación de curado de losa a partir de las 2:00 pm.
ENCOFRADO DE COLUMNAS-SECTOR 5, BLOQUE E	42.61	34.00	m2	9	0	9	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	80%	Demora en la habilitación en paneles de encofrado
CONCRETO EN COLUMNAS -SECTOR 4, BLOQUE E	3.60	2.88	m3	0	2	9	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	80%	
LIMPIEZA Y NIVELACION-FALSO PISO-SECTOR 3, BLOQUE E	68.76	89.38	m2	0	0	2	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	130%	Actividad se prolongó hasta el final del día.
RELLENO Y COMPACTACION-FALSO PISO-SECTOR 3, BLOQUE E	35.19	28.00	m3	0	0	3	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	80%	
INSTALACIONES-SECTOR 2, BLOQUE E	1.00	1.00	glt	1	0	1	MARILYN PEZO	7:30 am - 5:00 pm	100%	
CONCRETO EN FALSO PISO -SECTOR 1, BLOQUE E	68.47	32.00	m3	0	1	5	JORGE AREVALO	7:30 am - 5:00 pm	47%	No se cumplió meta porque llovió torrencialmente de 3:00 pm a 3:35 pm inundando sector de trabajo. Personal bombeó agua y vació bloque techado (Sector 4, Bloque F)
CONCRETO EN VIGAS-SECTOR 2, BLOQUE C	2.62	2.62	m3	0	1	2	DANIEL DELGADO	7:30 am - 5:00 pm	100%	Incidencia de lluvias
MUROS DE LADRILLOS SOBRE V.C., SECTOR 1, BLOQUE C	22.50	15.75	m2	6	0	3	DANIEL DELGADO	7:30 am - 5:00 pm	70%	
ASENTADO DE LADRILLO-SECTOR 2, BLOQUE F	23.60	17.70	m2	4	0	2	DANIEL DELGADO	7:30 am - 5:00 pm	75%	
COLOCACION DE ACERO EN VIGA COLLARIN, SECTOR 1, BLOQUE F	8.06	0.00	kg	0	1	0	DANIEL DELGADO	7:30 am - 5:00 pm	0%	Mala programación.
EXCAVACION DE ZANJAS, MAT. SUELTO H=2.00m-SECTOR 3, CERCO OESTE	25.64	0.00	m3	0	0	1	MILLIZCA PEZO	7:30 am - 5:00 pm	0%	No se ejecutó partida por lluvias torrenciales.
FALSA ZAPATA CONCRETO 1:12 +30MP.G-SECTOR 2, CERCO OESTE	10.74	8.59	m3	0	1	7	MILLIZCA PEZO	7:30 am - 5:00 pm	80%	PROGRAMACION DE HNL FALTA DE HNL RETROCAVADORA
CIMENTOS CONCRETO Fc=100 kg/cm2 +30% P.G., SECTOR 1, CERCO OESTE	9.45	6.62	m3	0	1	6	MILLIZCA PEZO	7:30 am - 5:00 pm	70%	PROGRAMACION DE HNL FALTA DE HNL RETROCAVADORA
TARRAJE-SECTOR 2, CERCO ESTE	16.00	13.12	m2	4	0	1	MILLIZCA PEZO	7:30 am - 5:00 pm	82%	Detalle de brutas incide en rendimiento de cuadrilla.

Figura # 38. Tabla de Plan Diario Picota. Fuente: SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CHUNG & TONG.

Cabe mencionar, que hubieron problemas con mantenimiento de maquinaria para el cumplimiento de la actividad “*Relleno y Compactación*”, bajo rendimiento en la cuadrilla de “*Encofrado de Columnas*”. Todas estas restricciones se muestran para retroalimentar las incidencias y variabilidades del proyecto de tal forma que se tomen medidas correctivas en las programaciones futuras, y finalmente en proyectos posteriores.

Se plantearon actividades correctivas como la presencia de un mecánico especialista para el mantenimiento de las maquinas, reubicar personal de las cuadrillas sobredimensionadas a las de menor rendimiento.

6.3.7 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

En este ítem se muestran los resultados de la implementación, uno de los aspectos fundamentales en este proceso para evaluar sus influencias a favor y en contra de la productividad en campo. Nos apoyaremos de las herramientas de medición, el Porcentaje de Plan Cumplido y las Causas de No Cumplimiento para demostrar porcentualmente la efectividad del sistema.

A. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO

El P.P.C. que se midió durante las 16 semanas con la consideración de días productivos desde lunes a viernes y los sábados considerados como buffers en la que se realizaban las reuniones semanales de producción, para lo cual se debía presentar los resultados del indicador PPC de la semana transcurrida (causas, dificultades y lecciones aprendidas). Finalizada esta etapa se reajustaba la planificación Lookahead para las siguientes semanas.

CONSORCIO SALUD PICOTA								
ACTIVIDAD	UND	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	TOTAL
		11	12	13	14	15	16	
ASENTADO DE LADRILLO E1	m2			22.65	22.65	22.65	11.33	79.28
				13.59	22.65	25	12	73.24
				0%	100%	100%	100%	
ASENTADO DE LADRILLO E2	m2				22.65	22.65	11.325	56.625
					22.65	13.59	8.49	44.73
					100%	0%	0%	
ENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	85.22	85.22	85.22	85.22	85.22	42.61	468.71
		85.22	85.22	85.22	59.65	42.61	45	402.924
		100%	100%	100%	0%	0%	100%	
CONCRETO EN COLUMNAS	m3	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	2.5	20.5
		2.5	3.6	2	3.8	3.6	2.5	18
		0%	100%	0%	100%	100%	100%	
LIMPIEZA Y NIVELACION-FALSO PISO	m2	68.76	68.76	68.76	68.76	68.76	34.38	378.18
		68.76	68.76	41.26	72	68.76	42	361.54
		100%	100%	0%	100%	100%	100%	
RELLENO Y COMPACTACION-FALSO PISO	m3	6.88	6.88	6.88	6.88	6.88	3.44	37.84
		7.00	7.5	0	5.5	10	5	35
		100%	100%	0%	0%	100%	100%	
INSTALACIONES	glb		1	1	1	1	1	5
			1	1	1	1	1	5
CONCRETO EN FALSO PISO	m3			6.8	6.8	6.8	4	24.4
				5	12	5.20	4.20	26.4
				0%	100%	0%	100%	
ACERO EN VIGAS DINTEL	kg				365.15	365.15	182.575	912.875
					365.15	365.15	182.58	912.875
					0%	100%	100%	
ENCOFRADO DE VIGA + COLUMNAS CORTA	m2					41.1		41.1
						41.1		41.1
						100%		
		75%	100%	17%	71%	67%	88%	70%
<div><div></div>PLAN SEMANAL DE PRODUCCION</div> <div><div></div>AVANCE REAL</div> <div><div></div>PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO</div>								

Figura # 39. Tabla de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Fuente: Propia.

En la Fig.39 se tiene un PPC de 70% que representa el cumplimiento de lo planificado inicialmente versus lo que realmente fue ejecutado, así por ejemplo se tendría que de 10 actividades programadas para el jornal diario solamente 7 fueron ejecutadas al 100%. Podría presentarse la ejecución de una actividad no planificada a la cual asignar a una cuadrilla siempre que se tenga las restricciones liberadas y se evalúe asegurar el flujo de trabajo.

Si por el contrario consideramos una actividad con restricción, al realizar el PPC se tendrá un cumplimiento mucho menor y pondrá en riesgo la secuencialidad de las otras actividades. Por tal motivo, los ITE deben estar actualizados y listos para usar. El P.P.C. maneja un sistema binario de cumplimiento, en la que se expresa las actividades que cumplieron las meta del día según lo planificado, esto debido a que se considera a la actividad predecesora como “clientes internos”, ya que la terminología permite brindar los estándares exigidos al cliente y finalmente liberan frentes de trabajos, formándose de tal forma, el ritmo de producción.

Es por ello que aquellas actividades que cumplieron la meta semanal, tienen un cumplimiento de 100% ó “1”. Por otro lado a las actividades que presentan un avance real menor que el programado se ha colocado “0” ya que análogamente no liberaron frente a la siguiente actividad, por ejemplo, en la imagen se observa que la actividad “Relleno y Compactación” no completó el metrado meta por lluvias.

Es entonces, en las reuniones semanales de producción donde se muestran estos datos puntuales para ser analizados mediante “Causas de no cumplimiento”, ello con la finalidad de buscar medidas correctivas para que no se repita la semana siguiente. Para analizar el cuadro de semanas acumulativas, cabe indicar que se realizó un diagnóstico previo a la empresa desde la sede principal hacia los proyectos, por lo que se tuvo registro de productividad, logística, planificación con la finalidad de mostrar los resultados obtenidos posteriores a la implementación.

Esta data es importante para determinar el estado situacional en el que se encontraba la empresa antes de la implementación y posteriormente comparar dichos resultados luego de un análisis de cumplimiento para determinar mejoras.

SEMANA	N° ACTIVIDADES PLANIFICADAS	N° ACTIVIDADES EJECUTADAS	N° ACUM ACTIVIDADES PLANIFICADAS	N° ACUM ACTIVIDADES EJECUTADAS.	PPC SEMANAL	PPC ACUMULADO	PPC META
Sem 1	26	16	26	16	61.5%	61.5%	90.0%
Sem 2	29	18	55	34	62.1%	61.8%	90.0%
Sem 3	36	27	91	61	75.0%	67.0%	90.0%
Sem 4	46	33	137	94	71.7%	68.6%	90.0%
Sem 5	42	32	179	126	76.2%	70.4%	90.0%
Sem 6	38	27	217	153	71.1%	70.5%	90.0%
Sem 7	38	26	255	179	68.4%	70.2%	90.0%
Sem 8	35	24	290	203	68.6%	70.0%	90.0%
Sem 9	35	22	325	225	62.9%	69.2%	90.0%
Sem 10	35	24	360	249	68.6%	69.2%	90.0%
Sem 11	32	18	392	267	56.3%	68.1%	90.0%
Sem 12	32	25	424	292	78.1%	68.9%	90.0%
Sem 13	30	18	454	310	60.0%	68.3%	90.0%
Sem 14	25	18	479	328	72.0%	68.5%	90.0%
Sem 15	22	17	501	345	77.3%	68.9%	90.0%
Sem 16	22	19	523	364	86.4%	69.6%	90.0%
					70%		

Figura # 40.a Tabla Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Fuente: Propia.

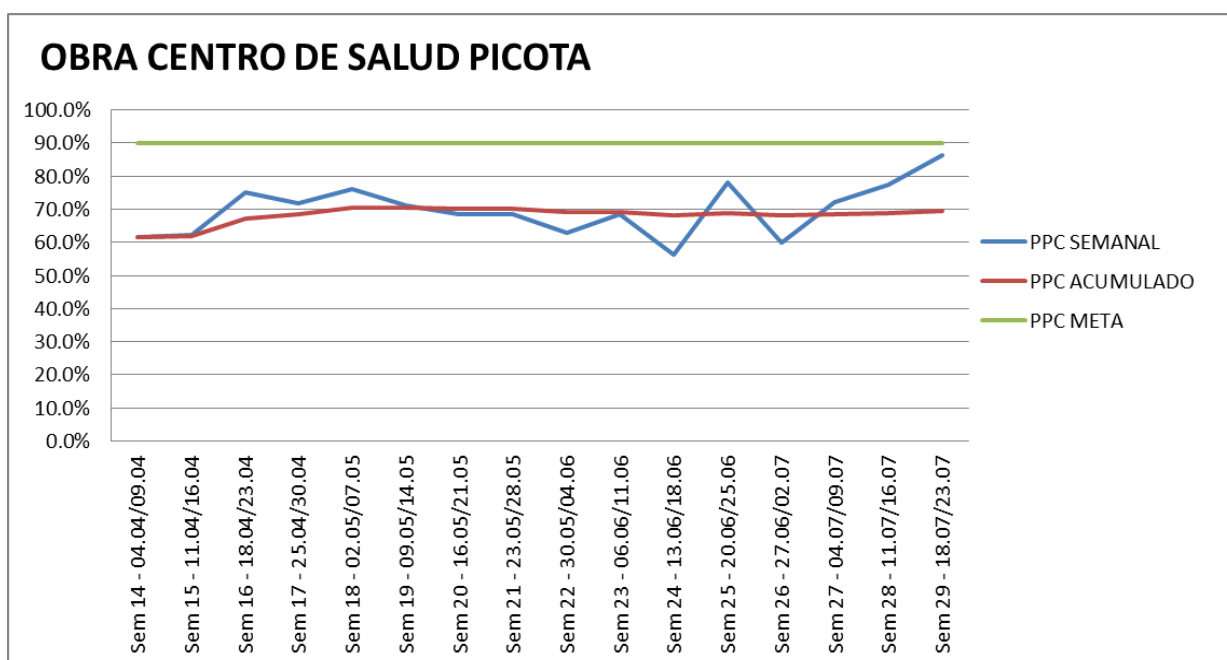


Figura # 40.b Gráfico Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Fuente: Propia.

En la figura 40.b se observa el comportamiento de PPC semana tras semana y lo acumulado para visualizar la producción que se tenía en determinado momento. En la Fig. 40.a se tiene un mejor desempeño en la programación de actividades.

Cabe mencionar que en el proyecto en evaluación, se mantuvo un P.P.C. por debajo de lo mínimo requerido en la referencia “Botero y Álvarez (2005) citan a Howell (2002) quien sostiene que un buen desempeño del indicador P.P.C. está por encima del 80% y

un desempeño pobre está por debajo del 60%", esto debido a temas logísticos, contractuales y financieros que finalmente incidieron en atrasos para las actividades por ejecutar. Se suele adicionar holguras para el cumplimiento de las actividades, pero estas deben coincidir con el avance general del proyecto y los hitos contractuales ya que de nada serviría tener 100% de avance a un ritmo más lento de lo que demanda la obra. Entonces sería ideal tener una actualización del avance general periódicamente.

Al tener menos de lo planificado indica que hubo factores que impidieron su cumplimiento, por lo que la siguiente herramienta complementa al PPC en busca de identificarlas.

B. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (C.N.C.)

Conocer las causas de incumplimiento y registrarlas será importante para la mejora continua y tratar de evitarlas en futuros proyectos. Al identificar el origen se creará una lección aprendida del problema y se tendrá conocimiento de cómo afrontarlo. Para ello como parte del análisis que se mostraban en las reuniones de producción, se buscaba identificar las causales de incumplimiento por lo que se tenía una ventaja de las actividades en las semanas siguientes.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla las causas de incumplimiento detectados en el proyecto hospitalario en Picota, establecidas porcentualmente según incidencia.

SEMANA	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	N° DE ACTIVIDADES	PORCENTAJE	SOLUCIONES PLANTEADAS
SEM 16	Planificación con rendimiento optimista	4	11.1%	Afinar programación en rendimiento del nuevo rendimiento con personal actualizado para toda la Normal.
	Falta de equipos	3	8.3%	Se solicitó Rodillo de 0.5 tn a obra Jerillo que llegó a obra Sábado 23/04.
	Cambio en la programación	3	8.3%	Fueron necesarias la ejecución de resanes por trabajos rehechos en tarrajeo y liberar frente a enchapes.
	Falta de materiales	4	11.1%	Limitados a la llegada de materiales solicitados con anterioridad. Se propone el seguimiento continuo de Prioridades de Obra para ir reduciéndolas.
	Falta de Subcontratista	2	5.6%	Se envió restricción por falta de SC de terrazo sanitario como pendiente de pago.
	Falla o mantenimiento no programado de equipos	5	13.9%	Llegada de especialista Mecánico para el mantenimiento de equipos.
	Falta de personal	2	5.6%	Se requiere Técnico de suelos. Llegada Miércoles de semana siguiente.
	Protesta sindical	4	11.1%	Se paralizaron las actividades en las fechas: 14/04 al 18/04. Condicionante a pago de jornal.
	Exceso de lluvias	5	13.9%	Se colocaron toldos de 15*10 m para trabajos exteriores.
	Exceso de calor	4	11.1%	Se determinó jornales de 7:30 a 12:00 pm y de 2:00 pm a 6:00 pm, para una mayor brecha de descanso del personal por altas temperaturas al medio día.
	TOTAL DE ACTIVIDADES	36	100.0%	

Figura # 41.a Tabla de Causas de No Cumplimiento (PPC). Fuente: Propia.

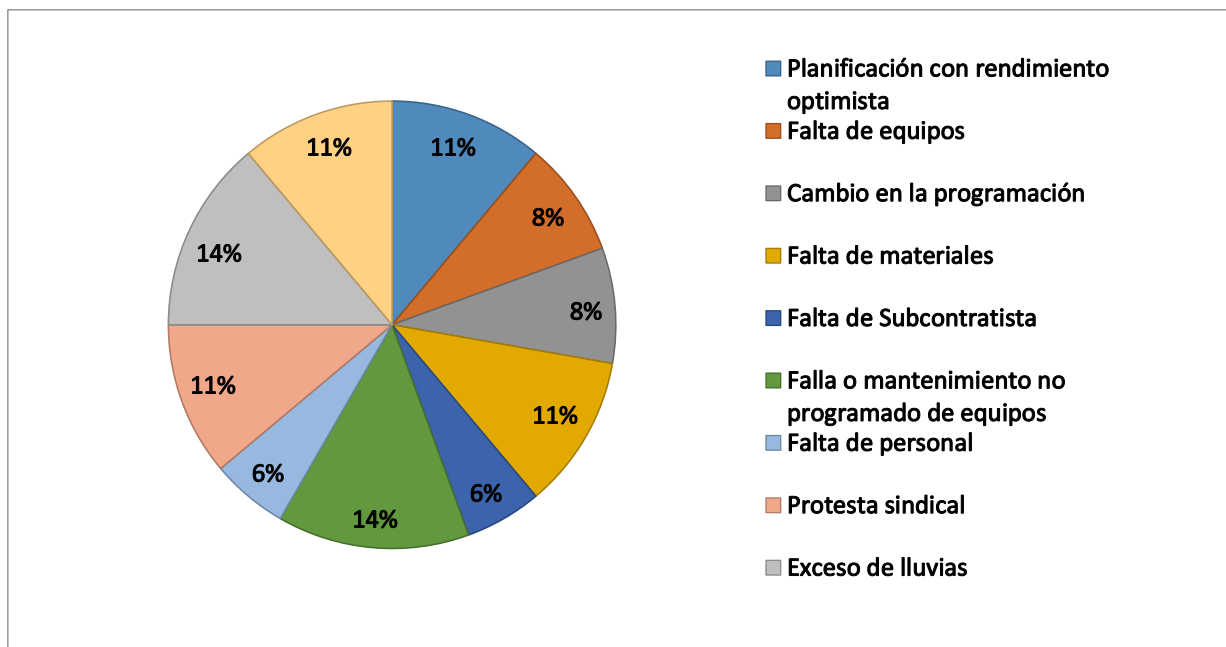


Figura # 41.b Gráfico Causas de No Cumplimiento (PPC). Fuente: Propia.

Para saber de una forma más acertada cuales fueron las causas de no cumplimiento predominantes, en la siguiente **figura 41.b** resulta evidente ver cuáles son las causas más frecuentes. Así se tiene mayor incidencia con un **13,9%** por *falla o mantenimiento no programado de equipos*, concretamente, contar con 04 vibrocompactadoras con fallas mecánicas limitaron a cumplir la meta de producción en trabajos de *Relleno y compactación con material de préstamo*.

Asimismo la incidencia de lluvias en la zona, influenció en que las actividades no lleguen al planificado, sin embargo la medida correctiva que se determinó, fue la llegada de 2 toldos de 15*30 y el sinceramiento de avance de la cuadrilla.

Causas frecuentes con porcentajes de **11,1%** como la planificación con rendimiento optimista, falta de materiales y protestas, fueron evaluadas punto a punto para determinar el mejor Plan de Acción como se muestra en la **Figura#41.a** y mitigar efectos de variabilidad propia en este proyecto.

Con un 8,3% se tiene el cambio de programación por actividades consideradas en su momento como *prioritarias* pero que implicaban reformular la circulación del personal durante la jornada, ocasionando asimismo, desorden y complicancias en el control de MO. La falta de equipos al igual que los materiales claramente incidió en la productividad.

Se tiene registro con **5,6%** causales como la falta de cierre de Subcontratos por aprobaciones en oficina principal o con el supervisor/cliente que finalmente repercutieron en trabajos como “*terrazo sanitario*”, “*piso y porcelanato*”, limitando la continuidad de actividades de arquitectura.

C. MEJORA CONTINUA

HERRAMIENTA	DESCRIPCION	PONCENTAJE IMPLEMENTADO
PROGRAMA MAESTRO	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de hitos (si) • Trabajo subdividido en partes (si) • Metas establecidas (si) 	70%
LOOKAHEAD PLANNING	<ul style="list-style-type: none"> • Intervalo de tiempo de 4 a 12 semanas (no) • Liberación de restricciones (ok) • Responsable de ejecución y seguimiento (ok) • Reunión periódica (ok) 	75%
INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo suficiente para ser ejecutado mediante la planificación intermedia (ok) • Mantener una lista de trabajo ejecutable (no) 	50%
PROGRAMACION SEMANAL	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión semanal para preparar el trabajo (ok) • Plan de trabajo para cada semana (ok) • Secuencia para la realización de las actividades (ok) 	85%
INDICADOR PPC	<ul style="list-style-type: none"> • Medición semanal del P.P.C. (ok) • Registro del motivo de atraso (ok) • Registro semanal de los valores de P.P.C. (ok) 	70%
CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Registro semanal de las causas de no cumplimiento (ok) • Búsqueda de soluciones para las C.N.C. (ok) 	75%

Figura#42 Cuadro Resumen de Implementación. (Fuente Propia).

Finalmente, siempre será primordial luego de la implementación del sistema en cualquier proyecto, realizar un análisis que permita determinar el nivel de aplicación que alcanzó el sistema. Si se detalla los niveles de planificación y se toma en cuenta las características de cada uno de ellos, se podrá consumir una estimación sobre el porcentaje de implementación alcanzado en cada nivel para posteriormente mediante un promedio sencillo establecer qué tan bien se implementó el sistema.

Es así que a continuación se presentará lo expuesto anteriormente, frente a cada característica se coloca un “no” o un “ok” que indica si se cumplió o no la característica y si se hace una regla de tres se podrá conseguir un porcentaje estimado de cada uno de los ítems importantes del sistema.

Con los resultados de porcentaje de cumplimiento que se obtuvieron (70%, 75%, 50%, 85%, 70% y 75%) se promedia en 71% que vendría a ser el porcentaje de implementación del sistema.

6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.4.1 CONCLUSIONES

Podemos concluir que aplicando la filosofía Lean Construction para la edificación hospitalaria en Picota, se logró un 71% de la implementación del sistema con las que se pudo tener un horizonte más claro de las restricciones en las actividades a corto y mediano plazo. Además, en base a los formatos y herramientas establecidos para el proyecto del “Sistema de Producción CHT”, se generó una memoria o back-up de obra, lo que contribuirá a futuros análisis operativos y lecciones aprendidas de cada proceso para la mejora continua.

De la caja de herramientas, se puede decir que los lotes de producción y la sectorización son prácticos para ser aplicados y generan una mejora considerable para el proyecto, motivo por el cual son las que se mencionan con mayor frecuencia en este tipo de implementaciones Lean.

La herramienta del Lookahead Plannig permitió anticiparse a las restricciones de las actividades a 06 semanas, con la finalidad de identificar las restricciones que se

presentan con los 7 flujos principales: personas, información, equipos, materiales, trabajo previo, espacio seguro y condiciones externas. Adicionalmente, se debe insertar los buffers u holguras de inventario, tiempo y como colchones de programación que aseguren su cumplimiento.

El Plan Semanal debe estar condicionado al Inventario de Trabajo Ejecutado (ITE) y restricciones completamente liberadas para garantizar la programación de los próximos días. De tal forma, es importante llevar un registro de avance diario con los Planes Diarios (PD's) por la variabilidad existente, mencionando las causas de no cumplimiento y observaciones del día a día en obra.

Se logró para la obra Picota un PPC de 70% en las 16 semanas de evaluación. El Porcentaje Del Plan Cumplido (P.P.C.) es un excelente indicador para medir la confiabilidad de la programación y junto a las Causas de No cumplimiento (C.N.C), tomar las medidas correctivas para que el problema no se repita la semana siguiente y genere la mejora continua del proyecto.

Con los resultados que se lograron durante el análisis de implementación del sistema, podemos medir mediante indicadores como PPC y CNC. Como indicadores no contables mencionamos las críticas, sugerencias y mejora durante el período de análisis y retroalimentación del sistema.

De la Figura #7.a *Tabla de mediciones de productividad en Perú* para trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos no contributivos, se obtuvo un **28%** de actividades que agregan valor, muy por debajo de los estándares mundiales con logros de hasta 60%, sin embargo, estas cifras deben verse como una oportunidad de mejora para el país en temas de productividad y gestión en los proyectos del rubro de la construcción.

La Gestión de conocimiento y lecciones aprendidas, es tal vez el mayor logro en la implementación de metodologías como esta. De tal forma, Las herramientas mostradas en esta tesis están sujetas al compromiso que se asuma con los involucrados del proyecto y la disposición de cada uno para adaptarse a cambios y pasar de un conocimiento tácito a un conocimiento explícito en mejora de la productividad y efectividad de los proyectos que ha generado un cambio en la forma de construir.

6.4.2 RECOMENDACIONES

En vista de que el paso previo como cualquier nueva metodología que se piense implementar es la capacitación al personal que participa en el proceso, se sugiere considerar incentivos que despierte el interés y la motivación reafirmando los beneficios que traerá consigo el cambio.

Se sugiere implementar el sistema en el arranque o inicio de ejecución del proyecto con los conceptos del “First Run Studies” y demás herramientas que concluyan en un Análisis Operativo del proyecto para un mayor seguimiento de las herramientas de control en función a las metas internas que se definan.

El manejo de personal es tal vez uno de los puntos importantes a considerar al momento de dimensionar cuadrillas y siempre se debe buscar mantenerlas fijas durante el tiempo que se ejecute la actividad en la obra y que finalmente nos beneficiará para una planificación ordenada reflejada en los planes diarios.

Es importante definir un día para las reuniones semanales de producción en la que asistan todos los involucrados del proyecto. Se debe incluir a los maestros y capataces para conocer las verdades falencias y obtener una programación mucho más certera. Además, es conveniente mostrar las herramientas del sistema para que no se sientan presionados o molestos cuando se realice mediciones de productividad sino que por el contrario apuntemos a un solo objetivo.

7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

1.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																								
TIEMPO DE ACTIVIDADES	MESES																							
	1				2				3				4				5				6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección del problema	X	X																						
Planificación			X	X	X																			
Rev. De la Bibliografía				X	X	X	X																	
Elaboración del Perfil de tesis					X	X	X	X	X															
Aprobación del perfil de tesis									X	X	X	X												
Recolección de la Información									X	X	X	X	X	X	X									
Procesamiento de datos														X	X	X	X							
Análisis e interpretación de datos y resultados																X	X	X	X					
Redacción preliminar del informe																		X	X	X				
Recolección e impresión definitiva																					X	X	X	

7.2 ASIGNACIÓN DE RECURSOS

ITEM	PARTIDA	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1.00	PERSONAL				12,650.00
1.01	Un Investigador	mes	6	1,200.00	7,200.00
1.02	Un asesor	glb.	1	2500	2,500.00
1.03	Una Secretaria	mes	0.75	600	450.00
1.04	Un Asesor de planeamiento	mes	1	2500	2,500.00
2.00	BIENES				1,986.50
2.01	Equipo de computo	glb	1	1500	1,500.00
2.02	Lapiceros	glb.	1	9	9.00
2.03	CD	und.	5	1.5	7.50
2.04	Lápices	glb.	1	5	5.00
2.05	Borradores	glb.	1	3	3.00
2.06	Papel Bond A4	millar	1	50	50.00
2.07	Impresora	und.	1	400	400.00
2.08	Tableros	und.	2	6	12.00
2.09	Papelografos	doc.	4	4.5	18.00
2.1	Archivador d/carton c/palanca	und.	2	7	14.00
2.11	Cinta Masking tape. t: 1/2" x 40 yd	und.	4	2	8.00
2.12	Notas adhesivas. colores variados. t: 3" x 3"	pack	5	12	60.00
2.13	Plumón p/pizarra acrilica. colores variados	und.	5	3.5	17.50
2.14	Plumón resaltador	und.	2	2.5	5.00
2.15	Plumón marcador. Colores variados.	und.	5	3	15.00

2.16	Tableros	und.	2	6	12.00
3.00	SERVICIOS				2,200.00
3.01	Movilidad	glb.	1	500	500.00
3.02	Viáticos	glb.	1	700	700.00
3.03	Fotocopias	glb.	1	150	150.00
3.04	Encuadernaciones	glb.	1	500	500.00
3.05	Cámara fotográfica	und.	1	200	200.00
3.06	Internet	hrs.	150	1	150.00
4	SUBTOTAL				16,836.50
5	OTROS				850.53
5.01	Imprevistos		5%	17,010.50	850.53
GASTO TOTAL					17,687.03

7.3 PRESUPUESTO Y COSTOS DEL PROYECTO

El costo total del Proyecto de Tesis es la suma de s/. **17,687.03** nuevos soles.

7.4 FINANCIAMIENTO

Será financiado con Recursos Propios del tesista y la empresa CHT Ingenieros SAC.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN, L. (2008). *“Guía para la implementación del sistema del último planificador”*. Editorial GEPUC, Chile.

ALARCÓN, L. (2003). *“Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”*. Editorial GEPUC, primera edición, Chile, 2003.

BALLARD, H. G. (2001). *“Lean Project delivery system”*. Editorial John Eynon, Estados Unidos.

BALLARD, H. G. (1994) *“Implementing lean construction: Stabilizing Work Flow”*. Editorial Balkema, Suiza.

BOTERO, F. (2006). “*Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction*”. Legis Editores, segunda edición, Colombia.

GHIO, V. (2001). “*Productividad en obras de construcción; Diagnostico, critica y propuesta*”, Fondo editorial PUCP, Perú.

KOSKELA, L. (1993). “*Lean Production in Construction*”. Editorial Balkema, Suiza.

KOSKELA, L. (2000). “*An exploration towards a production theory and its application to construction*”. VTT Publications, Finlandia.

WOMAK, J. (1996). “*Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*”. Editorial Simón & Schuster, Estados Unidos.

9. ANEXOS

9.1 ANEXO 1: CONSIDERACIONES GENERALES

9.2 RESUMEN EJECUTIVO.

9.3 PRESUPUESTO DE OBRA

9.1 RESUMEN EJECUTIVO

1. Nombre del Proyecto.-

“Mejoramiento de los servicios de salud del Centro de Salud I-4 Picota, Provincia de Huallaga San Martín”

2. Unidad Ejecutora.-

Gobierno Regional de San Martín.

3. Entidad Propietaria.-

Gobierno Regional de San Martín.

4. Ubicación.-

- Región : San Martín
- Provincia : Picota
- Distrito : Picota

5. Del Estudio de Pre inversión.-

El Estudio de Pre inversión, en los niveles de Perfil, Pre factibilidad y Factibilidad fue formulado por el Gobierno Regional de San Martín, inscrito en el SNIP con el **Código 227148**.

6. Condicionantes Técnicas:

• Micro localización.-

El terreno asignado para la construcción del nuevo Establecimiento de Salud de Picota se encuentra en un lote urbano, ubicado con frente al Jirón Aeropuerto y al Jr. Tiwinza, Mz 16, de la provincia de Picota, Región San Martín.

El terreno de forma de un polígono irregular de cuatro lados, alargado en el sentido Norte – Sur, paralelo al Jr. Aeropuerto, la topografía es casi plana con diferencia de nivel de 1.00 m en el sentido transversal.

El terreno tiene dos frentes que dan hacia el Jr. Aeropuerto y al Jr. Tiwinza, y dos frentes hacia propiedad de terceros.

• Topografía.-

Según levantamiento topográfico del consultor se tiene:

- Por el lado Este: Colinda con el jirón Aeropuerto con un frente de 188.51 ml.

- Por el lado Norte: Colinda con el Jirón Tiwinza en un tramo de 80.11 ml.
- Por el lado Oeste: Colinda con el lote remanente en un tramo de 169.76 ml.
- Por el lado Sur: Colinda con un vecino y presenta un frente de 49.82 ml.
- El terreno tiene un perímetro total de 488.20 ml.
- Área del Terreno: es de 10,767.54 m²

- **Aspectos del Medio Físico.-**

La zona del proyecto presenta un clima cálido tropical, la temperatura mínima llega a 15 °C, y la máxima llega a 35 °C. Las precipitaciones pluviales son intensas principalmente durante los meses de diciembre a abril.

La zona del Proyecto se encuentra a una altitud aproximada de 223 m.s.n.m.

- **Condicionantes Básicos.-**

El Planteamiento Arquitectónico de la organización de la nueva edificación del Centro de Salud de PICOTA, se basa en el Programa Médico Arquitectónico del Estudio de Factibilidad y planteada siguiendo los criterios de diseño de MINSA, en lo referente a un diseño por Unidades, agrupados en 3 sectores:

Sector I: Consulta Externa, Administración y servicios complementarios (alojamiento médicos y de familiares)

Sector II: Área Asistencial conformado por Urgencias, Apoyo al Diagnóstico, Centro Quirúrgico (Intervenciones menores), Centro Obstétrico e Internamiento.

Sector III: Servicios generales conformado por: Nutrición. Lavandería, Almacenes, Talleres, Cisternas, casa de fuerza, Grupo electrógeno

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DE PICOTA - PROVINCIA PICOTA-REGIÓN SAN MARTIN			
CUADRO COMPARATIVO			
AMBIENTES DE LAS UPSS (FACTIBILIDAD)	PMA PROYECTO		
	Unid.	Área M2	área Total M2

UPSS ADMISTRACIÓN			
HALL DE INGRESO Y ESPERA	1	73.66	73.66
INFORME - RECEPCIÓN	1	6.40	6.40
SECRETARIA DE JEFATURA	1	14.88	14.88
ARCHIVO + REPOSTERO	1	8.00	8.00
OFICINA JEFATURA GENERAL + SS.HH.	1	17.65	17.65
OFICINA JEFATURA ADMINISTRACIÓN	1	15.19	15.19
CONTABILIDAD - LOGÍSTICA - PERSONAL	1	34.72	34.72
ASISTENTA SOCIAL	1	10.75	10.75
SIS	1	10.70	10.70
REFERENCIA Y CONTRAREFERENCIA	1	10.34	10.34
RENIEC	1	10.75	10.75
SS.HH. DE PERSONAL HOMBRES	1	5.20	5.20
SS.HH. DE PERSONAL MUJERES	1	3.56	3.56
CAJA	1	4.50	4.50
ADMISIÓN	1	9.00	9.00
ARCHIVO DE HISTORIAS CLÍNICAS	1	15.14	15.14
CUARTO DE LIMPIEZA	1	4.00	4.00
			254.44
ÁREA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES			
CUARTO DE INGRESO DE SERVICIOS	1	3.00	3.00
SALA DE TELECOMUNICACIONES	2	12.32	24.64
SALA DE EQUIPOS	1	35.98	35.98
CENTRAL DE TELECOMUNICACIONES	1	9.00	9.00
CENTRO DE COMPUTO	1	12.00	12.00
SOPORTE INFORMÁTICO	1	29.10	29.10

ÁREA DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA	1	12.00	12.00
SALA DE ADMINISTRACIÓN DE CENTRO DE DATOS	1	9.05	9.05
CENTRO DE CONTROL ELÉCTRICO	1	6.78	6.78
			141.55
ÁREA PARCIAL			395.99

UPSS CONSULTA EXTERNA			
SALA DE ESPERA	1	177.00	177.00
TRIAJE	1	12.53	12.53
CONSULTORIO EXTERNO MEDICO GENERAL	1	20.00	20.00
CONSULTORIO MEDICINA INTERNA	1	14.96	14.96
CONSULTORIO PEDIATRÍA	1	14.96	14.96
CONSULTORIO DE GINECO OBSTETRICIA + S.H.	1	17.89	17.89
CONSULTORIO EN MEDICINA FAMILIAR	1	14.96	14.96
CONSULTORIO ODONTOLOGÍA	1	23.98	23.98
CONSULTORIO DE PSICOLOGÍA	1	14.96	14.96
PREVENCIÓN			
CONSULTORIO DE ENFERMERÍA - CRED- INMUNIZACIONES	1	17.33	17.33
CONSULTORIO DEL ADOLESCENTE	1	14.96	14.96
CONSULTORIO DE ESTIMULACIÓN TEMPRANA	1	23.98	23.98
CONSULTORIO DE ATENCIÓN PRENATAL + S.H.	1	17.89	17.89
CONSULTORIO DEL ADULTO MAYOR	1	17.00	17.00
CONSULTORIO DE NUTRICIÓN	1	14.96	14.96

COMPLEMENTARIOS			
SS.HH. PUBLICO HOMBRES	1	10.21	10.21
SS.HH. PUBLICO MUJERES	1	10.21	10.21
SS.HH. PUBLICO DISCAPACITADOS	1	3.70	3.70
SSHH PERSONAL HOMBRES	1	4.37	4.37
SSHH PERSONAL MUJERES	1	4.37	4.37
CUARTO DE LIMPIEZA	1	4.60	4.60
RESIDUOS SOLIDOS	1	6.00	6.00
CUARTO DE TABLERO ELÉCTRICO 1	1	7.55	7.55
ÁREA PARCIAL			468.37
UNIDAD DE APOYO AL DIAGNOSTICO			
UPSS PATOLOGÍA CLÍNICA (Laboratorio clínico)			
SALA DE ESPERA	1	19.30	19.30
RECEPCIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS	1	12.74	12.74
ATENCIÓN AL USUARIO - TOMA DE MUESTRAS	1	8.10	8.10
LABORATORIO GENERAL:			59.22
Bioquímica, Hematología, Inmunología y Microbiología - 36	1	49.00	
Preparación, lavado y Esterilización de Materiales - 9		10.22	
HEMOTERAPIA - BANCO DE SANGRE	1	17.85	17.85
UPSS FARMACIA			
FARMACIA (DESPACHO + ALMACÉN DE MEDICAMENTOS)	1	29.00	29.00
DIAGNOSTICO POR IMÁGENES			

SALA DE ECOGRAFÍA + SS.HH.	1	22.78	22.78
SALA DE RAYOS X :	1		42.22
Área de control, Disparo y Vestidor - 30 m2	1	31.70	
Sala de Interpretación y Lectura - 9 m2	1	10.52	
SS.HH. Y VESTIDORES PERSONAL HOMBRES	1	7.90	7.90
SS.HH. Y VESTIDORES PERSONAL MUJERES	1	7.90	7.90
CUARTO DE ASEO - LIMPIEZA	1	4.08	4.08
RESIDUOS HOSPITALARIOS	1	4.00	4.00
JEFATURA	1	12.05	12.05
ÁREA PARCIAL			247.14

UNIDAD DE INTERNAMIENTO (HOSPITALIZACIÓN)

JEFATURA + SS.HH.	1	14.97	14.97
ESTAR DE PACIENTES Y VISITAS	1	17.16	17.16
ESTACIÓN Y TRABAJO DE ENFERMERAS	1	14.97	14.97
TRABAJO LIMPIO	1	4.52	4.52
TRABAJO SUCIO	1	4.45	4.45
CUARTO DE ROPA SUCIA	1	4.45	4.45
ALMACÉN DE ROPA LIMPIA	1	4.45	4.45
CUARTO SÉPTICO	1	6.08	6.08
SS.HH. + VESTIDORES DE PERSONAL HOMBRES	1	8.83	8.83
SS.HH. + VESTIDORES PERSONAL MUJERES	1	8.83	8.83
CUARTO DE RESIDUOS SOLIDOS	1	4.32	4.32
CUARTO DE LIMPIEZA	1	4.05	4.05
REPOSTERO Y Área DE COCHES	1	11.72	11.72
TÓPICO	1	15.16	15.16

INTERNAMIENTO ADULTOS VARONES + SS.HH. (2 camas)	2	20.60	41.20
INTERNAMIENTO ADULTOS MUJERES + SS.HH. (2 camas)	3	20.60	61.80
INTERNAMIENTO DE GINECO-OBSTETRICIA + SS.HH. (2 camas)	2	20.60	41.20
INTERNAMIENTO PEDIATRÍA + SS.HH. (2 camas)	2	20.60	41.20
INTERNAMIENTO AISLADOS (1 CAMA)			
SS.HH. VISITANTES HOMBRES	1	3.18	3.18
SS.HH. VISITANTES MUJERES	1	2.50	2.50
ÁREA PARCIAL			315.04

CENTRO OBSTÉTRICO			
HALL Y ESPERA	1	17.90	17.90
JEFATURA DE ÁREA	1	12.03	12.03
ESTACIÓN DE OBSTETRICES	1	14.45	14.45
TRABAJO LIMPIO	1	4.00	4.00
TRABAJO SUCIO	1	4.14	4.14
ALMACÉN DE ROPA LIMPIA	1	4.03	4.03
CUARTO DE ROPA SUCIA	1	4.15	4.15
MONITOREO FETAL Y PREPARACIÓN DE PACIENTES	1	12.00	12.00
MONITOREO DE GESTANTE CON COMPLICACIONES (1 CAMA)	1	21.40	21.40
MONITOREO DEL RECIÉN NACIDO	1	12.32	12.32
SS.HH. Y VESTIDOR PERSONAL MASCULINO	1	10.03	10.03
SS.HH. Y VESTIDOR PERSONAL FEMENINO	1	10.03	10.03
SALA DE PARTO PERSONALIZADA	4	36.34	145.36

ATENCIÓN AL RECIÉN NACIDO	2	11.61	23.22
CUARTO SÉPTICO	1	5.00	5.00
LAVADO PARA PERSONAL ASISTENCIAL	2	3.07	6.14
RESIDUOS HOSPITALARIOS	1	4.02	4.02
ÁREA PARCIAL			310.22
URGENCIA			
HALL DE INGRESO Y ESPERA	1	34.60	34.60
CAJA Y ADMISIÓN	1	11.00	11.00
JEFATURA + SS.HH.	1	14.10	14.10
SS. HH. PUBLICO HOMBRES	1	5.76	5.76
SS. HH. PUBLICO MUJERES	1	5.77	5.77
TRIAJE	1	14.53	14.53
SS. HH. PERSONAL HOMBRES	1	8.17	8.17
SS. HH. PERSONAL MUJERES	1	8.33	8.33
TÓPICO DE MEDICINA GENERAL	1	18.83	18.83
TÓPICO GINECO OBSTÉTRICO + S.H.	1	18.30	18.30
SALA DE REHIDRATACIÓN Y NEBULIZACIONES + S.H.	1	21.37	21.37
ESTACIÓN Y TRABAJO DE ENFERMERAS	1	13.62	13.62
TRABAJO LIMPIO	1	4.16	4.16
TRABAJO SUCIO	1	4.00	4.00
CUARTO DE ROPA SUCIA	1	4.00	4.00
CUARTO SÉPTICO	1	7.14	7.14
ROPA LIMPIA	1	4.00	4.00
CUARTO DE LIMPIEZA	1	4.03	4.03
RESIDUOS HOSPITALARIOS	1	4.37	4.37

SALA DE OBSERVACIÓN PEDIÁTRICO - 1 CAMA	1	9.35	9.35
SALA DE OBSERVACIÓN VARONES- 1 CAMA	2	9.35	18.70
SALA DE OBSERVACIÓN MUJERES - 1 CAMA	2	9.35	18.70
SALA DE OBSERVACIÓN AISLADOS + SS.HH. - 1 CAMA	1	19.85	19.85
SS. HH. PACIENTES HOMBRES	1	3.70	3.70
SS. HH. PACIENTES MUJERES	1	3.70	3.70
ESTACIÓN DE CAMILLAS Y SILLAS DE RUEDAS	1	4.70	4.70
			284.78
CENTRO QUIRÚRGICO			
JEFATURA (Ex evaluación médica)	1	12.00	12.00
SALA DE ESPERA FAMILIAR	1	12.02	12.02
DEPOSITO DE EQUIPOS	1	4.67	4.67
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	1		53.49
Recepción y clasificación	1	7.56	
Descontaminac y lavado	1	12.00	
preparac. Y empaque material limpio	1	10.34	
Área de mat. Esterilizado	1	12.17	
Entrega de ropa y mat. Esterilizado	1	4.00	
Vestidor y S.H. personal	1	3.30	
Área de estacionamiento y lavado carros	1	4.12	
SALA DE OPERACIONES MENORES	1	36.00	36.00
ATENCIÓN AL RECIÉN NACIDO	1	7.20	7.20
ESTACIÓN Y TRABAJO DE ENFERMERAS	1	10.00	10.00
TRABAJO LIMPIO	1	4.00	4.00

TRABAJO SUCIO	1	4.14	4.14
CUARTO DE ROPA SUCIA	1	8.58	8.58
SALA DE RECUPERACIÓN (2 CAMAS)	1	20.96	20.96
CUARTO SÉPTICO	1	6.84	6.84
CUARTO DE LIMPIEZA	1	4.00	4.00
TRANSFER	1	7.50	7.50
LAVADO DE MANOS	1	3.34	3.34
ANESTESIÓLOGO	1	7.40	7.40
SSHH + VESTIDOR PERSONAL HOMBRES	1	8.50	8.50
SSHH + VESTIDOR PERSONAL MUJERES	1	9.00	9.00
SERV. HIGIÉNICOS PERSONAL HOMBRES	1	4.40	4.40
SERV. HIGIÉNICOS PERSONAL MUJERES	1	4.40	4.40
			262.88
ÁREA PARCIAL			547.66
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES			
ALMACÉN GENERAL	1	27.73	27.73
ALMACÉN DE PAPILLAS	1	9.32	9.32
CADENA DE FRIO Y ALMACÉN DE MEDICAMENTOS			28.81
Almacén de medicamentos	1	15.09	
cadena de frio	1	13.72	
ZOONOSIS	1	17.00	17.00
TALLER Y DEPOSITO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	1	25.60	25.60
GRUPO ELECTRÓGENO	1	34.00	34.00
SUB ESTACIÓN Y CUARTO TÉCNICO	1	28.00	28.00
CENTRAL DE GASES MEDICINALES			

CENTRAL DE VACÍO	1	11.60	11.60
CENTRAL DE OXIGENO	1	11.90	11.90
CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL	1	11.60	11.60
CENTRAL DE OXIDO NITROSO			
SALA DE MAQUINAS	1	34.80	34.80
C. AGUA DURA	2	10.60	21.20
C. AGUA BLANDA	1	6.00	6.00
C. AGUA C.INCENDIO	1	16.00	16.00
DEPOSITO DE CADÁVERES	1	18.06	18.06
VESTIDOR Y SS.HH. PERSONAL MASCULINO	1	15.15	15.15
VESTIDOR Y SS.HH. PERSONAL FEMENINO	1	15.15	15.15
SERVICIO DE COCINA Y DESPENSA			51.41
preparación y Cocción de Alimentos	1	24.38	
Lavado y almacén de vajilla y menaje	1	6.00	
Almacén de productos	1	8.58	
Conservación de productos cárnicos, lácteos	1	6.15	
lavado de y estación de carrito	1	6.30	
SERVICIO DE LAVANDERÍA			51.29
Recepción y selección de ropa sucia	1	6.00	
Lavado de ropa	1	15.68	
Secado y planchado	1	13.40	
Costura y reparación de ropa limpia	1	8.21	
Almacén de ropa limpia y entrega	1	8.00	
DEPOSITO CENTRAL Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	1	26.40	26.40
ALMACÉN DE HERRAMIENTAS Y ÚTILES DE JARDINERÍA	1	15.15	15.15

ÁREA PARCIAL			476.17
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS			
CASETA DE GUARDIÁN +S.H.	3	8.47	25.41
CENTRAL DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD (C/ BAÑO)	1	10.80	10.80
SALA DE USOS MÚLTIPLES (C/ DEPOSITO)	1	66.70	66.70
CAFETERÍA + SS.HH.	1		40.40
Área de Atención - Barra	1	14.40	14.40
Caja	1	2.00	2.00
Almacén	1	4.00	4.00
Área de Cafetería	1	20.00	20.00
CASA MATERNA:			70.22
SALA DE ESTAR - COCINA	1	30.50	30.50
DORMITORIO	2	15.00	30.00
Servicio Higiénico	2	3.30	6.60
Servicio Higiénico visita	1	3.12	3.12
CASA VISITA DE PACIENTES:	1		72.62
Estar	1	24.00	24.00
DORMITORIO	3	12.04	36.12
Servicio Higiénico	3	3.30	9.90
Servicio Higiénico visita	1	2.60	2.60
Residencia Médica HOMBRES	1		58.70
SALA DE ESTAR - COCINA	1	30.40	30.40
DORMITORIO	2	12.50	25.00
Servicio Higiénico	1	3.30	3.30
Serv. Higiénico visitas		2.60	0.00

Residencia Médica MUJERES	1		64.20
SALA DE ESTAR - COCINA	1	30.40	30.40
DORMITORIO	2	15.25	30.50
Servicio Higiénico	1	3.30	3.30
Serv. Higiénico visitas	1	2.60	2.60
Residencia Médica (1 familia)			64.20
SALA DE ESTAR - COCINA	1	30.40	30.40
DORMITORIO	2	15.25	30.50
Servicio Higiénico	1	3.30	3.30
Serv. Higiénico visitas	1	2.60	2.60
Cuarto de limpieza-residuos solidos	2	3.90	7.80
CAJA DE ESCALERAS			19.39
ESTACIONAMIENTO TECHADO para ambulancias			40.00
ÁREA PARCIAL			502.45
PROGRAMA DE CONTROL DE ITS/ VIH/ SIDA			
Sala de Espera	1	12.10	12.10
S.H. Público Hombres	1	2.50	2.50
S.H. Público Mujeres	1	2.50	2.50
Consultorio de VIH/ ITS	1	12.00	14.98
Almacén de medicinas	1	8.38	8.38
S.H. De Personal	1	2.30	2.30
Cuarto aseo y Limpieza	1	2.80	2.80
PARCIAL			45.56
PROGRAMA DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE TBC			
SALA DE ESPERA	1	14.98	14.98

S.H. Público Hombres	1	2.50	2.50
S.H. Público Mujeres	1	2.50	2.50
Toma de Muestras	1	5.13	5.13
Consultorio de TBC	1	15.00	15.00
Almacén de alimentos	1	8.38	8.38
S.H. De Personal	1	2.30	2.30
Toma de Alimentos y medicam.	1	6.60	6.50
Cuarto aseo y Limpieza	1	3.32	3.32
PARCIAL			60.61
ÁREA PARCIAL			106.17

RESUMEN			
UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS	PMA PROYECTO		
UPSS ADMISTRACIÓN			395.99
UPSS CONSULTA EXTERNA			466.07
UNIDAD DE APOYO AL DIAGNOSTICO			247.14
UNIDAD DE INTERN (HOSPITALIZACIÓN)			315.04
CENTRO OBSTÉTRICO			310.22
URGENCIA			547.66
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES			476.17
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS			502.45
PROGRAMA DE CONTROL DE ITS/ VIH/ SIDA			45.56
PROGRAMA DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE TBC			60.61
SUB TOTAL DE ÁREAS			3,366.91
CIRCULACIÓN Y MUROS (40%)		41.06	1,382.54
TOTAL DE ÁREAS			4,749.45

- **Áreas.-**

Área del Terreno del Proyecto: 10,767.54 m²

Área de Construcción : 4,749.45 m²

10. Consideraciones Arquitectónicas

- **Información Técnica.-**

Área Terreno, 10,767.54 m²

- **Programación Arquitectónica.-**

La Programación Arquitectónica, ha sido adecuada a la Norma Técnica de Salud N° 110-MINSA/DGIEM V.01 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Segundo Nivel de Atención”.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DEL CENTRO DE SALUD PICOTA

- **Partido Arquitectónico.-**

El desarrollo del proyecto arquitectónico, se adapta a los criterios propuestos en el Programa Funcional y en el Programa Médico Arquitectónico.

El presente proyecto apuesta radicalmente por una arquitectura accesible y saludable en todos sus aspectos. En el sentido literal lo es su propia utilidad, pero ha de ser respecto del territorio perceptivo y cultural de los usuarios.

En este sentido hemos eludido todo lo que de simbólico tiene la arquitectura institucional, que entiende al usuario como un pasivo contemplador, con las consecuentes connotaciones de arquitecturas represivas y se optó por proponer una arquitectura que entienda al usuario, y en la que se exalte todo lo que de cotidiano y accesible puede tener un establecimiento de salud para Picota. Para ello amainamos, efectos compositivos (fachada principal, ejes de acceso, simetrías y otros) y valoramos ciertas funciones y elementos complementarios que categoricen los aspectos domésticos del programa (cafetería, la vegetación y los jardines, empleo exhaustivo de la luz natural y el sol, no sólo en los lugares de trabajo, sino en aquellos que reciban pacientes, siempre que la composición arquitectónica lo permita).

- **Accesos.-**

Accesos Vehiculares

Los accesos principales públicos desde el exterior al Conjunto son dos: (ingreso y salida), cada uno con su control. El primero de estos es el ingreso principal, el cual permite el acceso peatonal y vehicular al estacionamiento, el segundo ingreso es el de urgencias que permite el acceso peatonal de público y empleados, también acceden las ambulancias a la Unidad de Urgencia, estos dos ingresos se ubican en la avenida principal (Av. Aeropuerto); y por último tenemos un ingreso de servicios, por el cual acceden peatonal y vehicularmente el personal del establecimiento, además de vehículos de abastecimiento en general al patio de servicios generales con acceso directo desde la calle Tiwinza.

Una vez dentro del terreno cercado se tienen accesos peatonales diferenciados a Consulta Externa, Administración, Ayuda al Diagnóstico, Patología Clínica, Centro Obstétrico, Centro Quirúrgico, para personal y público; así como a Urgencias e Internamiento.

Se han creado accesos directos desde el estacionamiento

- **Accesos y Circulaciones Peatonales**

El acceso peatonal se define dentro del conjunto arquitectónico enmarcándolo por la parte frontal, por la Av. Aeropuerto, distribuyéndose desde el vestíbulo principal hacia los servicios de mayor demanda.

El tránsito peatonal dentro del conjunto es básicamente longitudinal, dada la forma del terreno y el planteamiento arquitectónico adoptado. Pese a esto, los recorridos no son mayores entre las unidades.

Los ingresos peatonales públicos son: uno principal hacia Consulta Externa, Ayuda al Diagnóstico, Farmacia y Servicios complementarios, otro hacia los programas de control de VIH y TBC; además hay un acceso independiente hacia Urgencia e internamiento y un último hacia los Servicios generales. Cada uno de ellos tiene una identificación clara, tanto arquitectónica como de señalización y se accede primero a un hall o área de espera.

Los anchos y capacidades son los que fijan las normas y reglamentos. La comida y ropa limpia se movilizan por una puerta de servicio hacia internamiento. Las circulaciones internas conectan a todo el conjunto. Tienen los anchos requeridos, estas se han dimensionado según se requiera, o no, para el paso de camillas sin dificultad.

En el interior del conjunto se considera las siguientes circulaciones:

- Circulación asistencial: para uso de personal, pacientes internados. A través del corredor central y del corredor técnico que relaciona el C. Obstétrico con el Quirúrgico.
- Circulación de servicios, desde la zona de servicios generales hacia Internamiento con un recorrido muy corto y al resto de servicios por el corredor central con acceso por puertas laterales.
- Circulación pública: para uso de visitas, pacientes ambulatorios. Desde el hall principal a través del corredor central y al segundo nivel por caja de escalera integrada.

Todas estas circulaciones se organizan a través de un eje central de modo que esta se produce de una manera natural y que, además de esto, sea de una gran claridad para los usuarios y se eviten las confusiones en su utilización. Se trata de conseguir que los espacios de trabajo sean organizados y sin interferencias, que estas circulaciones internas entre las diferentes unidades respondan con claridad a las prioridades de relación entre los servicios.

2. Diseño Unidades.-

La disposición de la edificación del Centro de Salud Picota - está dispuesto en tres sectores:

Sector 1

Contiguo al estacionamiento descrito se ubica el Sector 1, que comprende al Hall de Ingreso principal y espera donde se ubican la Caja, Admisión y SIS, Asistencia Social al lado izquierdo y hacia la derecha los ambientes Farmacia, RENIEC, Referencias y contra referencias y la escalera de acceso a las oficinas de Administración y soporte informático ubicados en el segundo piso, hacia el frente se tiene el SUM, y la cafetería con acceso desde el exterior.

A través del corredor central se accede al servicio de Consulta Externa y a la oficina de Vigilancia y Seguridad.

Luego del ingreso principal al Establecimiento de Salud, en el exterior, hacia el lado izquierdo están ubicados los servicios de Control de TBC, Control VIH y ITS.

Este sector es el único acceso principal que facilita el ingreso tanto para uso peatonal.

Sector 2

Comprende a las Unidades asistenciales, como son: Unidad de Urgencias, con acceso desde el exterior y al interior desde el corredor central, la Unidad de apoyo al Diagnóstico con laboratorios clínicos y el Banco de sangre; el Centro Quirúrgico (cirugías menores) y el Centro Obstétrico, estos dos últimos tienen acceso desde el corredor central, y se comunican internamente por un corredor técnico. Este sector se completa con el servicio de Hospitalización con una capacidad de 18 camas.

Es de un solo nivel y está diseñado buscando la eficiencia funcional, así también como ambientes agradables con iluminación y ventilación natural.

Sector 3

Comprende la Unidad de Servicios Generales y complementarios, está formado por 3 bloques independientes, en uno principal donde se ubican en forma lineal, el servicio de Nutrición, Lavandería, almacenes, vestidores y SS.HH. de personal, Grupo electrógeno, residuos hospitalarios, gases medicinales, zoonosis y saneamiento ambiental, en el segundo bloque los complementarios que corresponde a las viviendas de la casa materna en el primer piso y de la vivienda medica en el segundo piso; el tercer bloque están las cisternas de agua y sala de máquinas.

3. Equipamiento Hospitalario

Uno de los dos componentes fundamentales para que exista Recurso Físico en salud es el equipo. Depende de la adecuada dotación (provisión y montaje) del equipo integral para conseguir la racionalidad y efectividad del servicio asistencial que se ha programado ofrecer a la población demandante del servicio.

El presente estudio está referido al Equipamiento “Mejoramiento de los Servicios de Salud en el Establecimiento de Salud I-4 de Picota, Provincia de Picota- San Martin”.

Para determinar los equipos básicos necesarios que deberán considerarse en dicho establecimiento, se tomó como base los siguientes aspectos:

- El Programa médico
- Planta física arquitectónica
- El volumen de actividades a realizar.
- La simplificación de métodos y procedimientos

- La viabilidad de encontrar nuevas tecnologías en la atención médica y de servicios
- Los recursos de personal: número, tipo, calidad, formación y especialidad
- La calidad de los Equipos
- Normativa reciente

Estos aspectos han sido analizados a lo largo del Estudio y aplicados a los problemas específicos para la determinación de los equipos a considerarse.

4. Estructuras

El proyecto a desarrollar consiste en el diseño del centro de salud Picota, cuenta con estructuras de concreto armado y albañilería confinada. Las coberturas son livianas apoyadas en estructuras metálicas. Se encuentra ubicado en la provincia de Picota, departamento de San Martín.

De acuerdo al estudio de suelos desarrollado por el Ing. Pedro Alarcón Farfán, para la cimentación se usarán zapatas armadas conectadas por medio de vigas de cimentación y/o cimientos corridos armados. La profundidad de la cimentación es de 1.20 m respecto del nivel de terreno en sótano. La presión admisible del suelo se determinó en 1.10 kg/cm². No se considera tomar precauciones específicas respecto a la agresividad de sulfatos y sales en el concreto.

5. Instalaciones Mecánicas

El objeto de esta memoria es dar una descripción de las instalaciones mecánicas del Proyecto e indicar los alcances de los trabajos a ser ejecutados y que servirán para establecer las especificaciones de los materiales y equipos a ser empleados en la ejecución de las instalaciones mecánicas.

La siguiente descripción corresponde a los sistemas considerados en las instalaciones mecánicas:

a) Sistema de Aire Comprimido Medicinal

Sistema de aire comprimido medicinal que incluye compresores, filtros y secadores de aire de uso medicinal y las respectivas líneas y accesorios que alimentarán a los puntos de consumo en las habitaciones de pacientes y áreas de uso específico.

b) Sistema de Vacío

Sistema de vacío que incluye la planta de vacío, las líneas y accesorios a los puntos de vacío en las habitaciones de pacientes y áreas de uso específico.

c) Sistema de Gases Medicinales

Sistema de gases medicinales incluye el sistema de oxígeno y de óxido nitroso y líneas y accesorios a los paneles de cabecera y puntos de oxígeno y óxido nitroso en las habitaciones de pacientes y áreas de utilización específica. El sistema de oxígeno considera una planta generadora y tanque de almacenamiento de oxígeno y su respectivos manifold de distribución de oxígeno para emergencia. El sistema de óxido nitroso está conformado por un manifold con botellas. Ambos sistemas completarán la instalación con sus respectivos sistemas de señalización y alarma audio-visuales, a ser ubicados en áreas accesibles para un fácil monitoreo (estaciones de enfermeras).

d) Sistema de aire uso General

Sistema de aire de uso general es usado para la evacuación de los gases anestésicos de las salas de operaciones y para las aperturas de las puertas de las autoclaves, cuya central se encuentra en el ambiente de la central de aire medicinal, desde esta central se llegara a cada salida por medio de redes instaladas en forma vertical y horizontal paralela a los gases medicinales, la capacidad de la central de aire de uso general y redes se encuentran indicadas en los planos.

e) Sistema de aire para uso dental

Sistema de aire para uso dental, exclusivo para las unidades dentales ubicados en el Consultorio de Odontología primer piso, las compresora de aire de las unidad dental será suministrada por el proveedor de los equipos, ubicada junta al ambiente de odontología, la compresora de aire y redes se encuentran indicadas en los planos.

f) Sistema de GLP (gas licuado de petróleo)

Sistema de GLP (gas licuado de petróleo) estará conformado por un tanque de almacenamiento de GLP y las respectivas líneas de alimentación al autoclave tratamiento residuos sólidos, lavandería, al área de cocina, preparación y servido, microbiología laboratorio, calentadores de agua.

g) Sistema de Petróleo

El sistema de combustible de los grupos electrógenos será abastecido con petróleo

Diésel 2, la que, finalmente, permitirá establecer la necesidad de un tanque de almacenamiento de petróleo y su respectivo tanque de servicio diario y redes respectivas.

h) Sistema de Aire Acondicionado

Implementado por un sistema de Aire acondicionado y ventilación mecánica.

Se considerará un sistema Independiente con unidades de aire acondicionado del tipo de Expansión Directa con refrigerante ecológico, para lo cual se consideraran los siguientes equipos: Unidades tipo Paquete (Compactos) con 100% de renovación de aire con filtros de hasta 99.96% (HEPA) para las salas de partos y Sala de Intervenciones Menores.

Se considera adicionalmente unidades del tipo Fancoil, tipo Split decorativos para áreas administrativas y unidades de precisión para el centro de cómputo.

En Ventilación Mecánica se prevé extracción de lugares confinados (Baños y otros).

6. Tecnología de la Información y Comunicaciones

El presente Proyecto comprende las Especialidades de: Cableado estructurado de voz-data-video, equipamiento informático y telecomunicaciones del PIP: "Mejoramiento de los servicios en el establecimiento de salud de Picota", categoría II-E, comprende toda la información técnica necesaria para la implementación de las soluciones tecnológicas que permitan contar con un establecimiento de salud con tecnología de segundo nivel Tipo II-E y con alta disponibilidad de servicios.

El proyecto de comunicaciones comprende el suministro, instalación, puesta en marcha, pruebas, capacitación, garantía, mantenimiento y soporte técnico del:

- Sistema de cableado estructurado y especializado.
- Equipamiento de telecomunicaciones y especializado.
- Sistemas de información y software especializado.

7. Instalaciones Sanitarias

El terreno en el cual se construirá el nuevo Centro de Salud cuenta con redes cercanas de agua potable. Como fuente de abastecimiento de agua se considera la red pública de la ciudad de Picota, proyectándose para el suministro de agua a toda la unidad el sistema indirecto (cisterna-equipos de presurización). Se está planteando la entrada de

suministro de agua por la carretera Aeropuerto, donde cruza una red de agua potable que suministra la EPS de Picota.

En lo referido al sistema de evacuación de desagües, por el planteamiento arquitectónico, la evacuación se realizará por frente del terreno, es decir por la carretera Aeropuerto. Constará de tres (03) salidas de descarga de desagües para su vertimiento a la red pública

El proyecto comprende:

- Almacenamiento de agua.
- Tratamiento de agua
- Sistema de Agua Fría
- Sistema de Agua Blanda
- Sistema de Agua Caliente
- Sistema de Retorno de Agua Caliente
- Sistema de Agua Contra Incendio
- Sistema de Riego de Jardines
- Sistema de Alcantarillado
- Sistema de Desagües y Ventilación
- Sistema Drenaje de Lluvias

8. Seguridad

Las condiciones de seguridad de la edificación, estarán dadas básicamente para que los usuarios, el personal administrativo, profesional, de mantenimiento y terceros, actúen adecuadamente frente a situaciones de riesgo ocasionado por situaciones adversas, para condicionar su comportamiento cuando se encuentren dentro de los espacios y ambientes funcionales del Hospital los cuales serán equipados para ayudar a prevenir y/o a mitigar estos eventos, que de acuerdo al grado de intensidad pueden ser de corta duración y de poca intensidad o exigir una inmediata evacuación por la magnitud del evento.

Se parte del principio que la edificación en lo que corresponde a las especialidades de arquitectura e Ingeniería ha sido proyectada de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, a la NFPA, a normas sectoriales y municipales complementarias para

estos casos, así como las disposiciones dadas por la OPS -OMS para considerar al Hospital como un Hospital Seguro.

La seguridad que brinda la edificación, está dada por las características constructivas que tendrá y complementadas por la actitud del usuario y su comportamiento para hacer frente a situaciones de emergencias empleando el sistema preventivo de seguridad contra incendios, el sistema de evacuación y la señalización que se indicará en planos, lo cual orientara al usuario para de acuerdo al grado de intensidad del siniestro pueda optar por permanecer en los ambientes, usar el equipo o evacuar por las rutas establecidas siguiendo las señalizaciones ubicadas en los espacios y rutas de evacuación.

9. Estudio de Impacto Ambiental

El presente Estudio de Impacto Ambiental, está orientado fundamentalmente a evaluar la base legal vigente así como el estudio de línea base e identificación de los efectos ambientales, sociales y económicos del Proyecto. Igualmente es objetivo del Estudio, elaborar el Plan de Manejo Ambiental para mitigar o potenciar los impactos producidos por el Proyecto.

Cabe destacar la integralidad del proyecto que inicialmente comprende la construcción de una nueva infraestructura hospitalaria y en segunda instancia la implementación de equipamientos de última generación.

El presente EIA tiene los siguientes objetivos específicos:

- Cumplir con la legislación y normatividad sectorial vigente.
- Prever que el riesgo ambiental no exceda los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del medio ambiente.
- Verificar que no afecte la calidad de vida de las personas, que quedarían expuestas a los efectos de la obra o actividad en estudio.
- Verificar que no se afecte los recursos naturales, cuya conservación es de interés nacional o regional.
- Que dicha actividad no llegue a saturar la capacidad de auto depuración del ambiente, para lo cual se debe tener en cuenta los efectos que otras obras o proyectos ubicados en el mismo lugar ya estén provocando.
- Evitar que las actividades riesgosas o peligrosas terminen provocando más daños que beneficios al entorno o que tales daños afecten derechos o intereses que deben ser protegidos prioritariamente.

- Formular un Plan de Manejo Ambiental (PMA) considerando medidas de: prevención, corrección o mitigación y monitoreo, coherentes con los programas de desarrollo urbano, agrícola y social de la zona donde se emplaza el Proyecto, así como con la normatividad sobre protección ambiental vigente en el país.

10. Componente de Capacitación

El objetivo es la ejecución de las actividades previstas en el Componente de Línea de base, capacitación y adecuación organizacional del proyecto con la finalidad de lograr que el Establecimiento de Salud Picota cuente con la suficiente capacidad resolutive como establecimiento de salud de Categoría I-4.

11. Materiales de Construcción.-

Todos los materiales que se empleen en la construcción de la obra serán de acuerdo a las especificaciones técnicas y según los parámetros establecidos en los términos de referencia del estudio de preinversión a nivel factibilidad.

12. Plazo de Ejecución.-

El plazo de ejecución está determinado en 390 días calendario, según la Programación de Obra (ver programación de obra adjunta al presente expediente técnico).

13. Sistema de Contratación.-

Suma Alzada.

RESUMEN EJECUTIVO

14. FICHA TÉCNICA

1.00	Proyecto	Expediente Técnico Centro de Salud Picota	
1.01	Código/Tipo de Proyecto		Obra
1.02	Macro Región / Departamento	San Martín	San Martín
1.03	Ubicación	• Región : San Martín • Provincia : Picota • Distrito : Picota	
1.04	Área Terreno/Construida en m ²	Área de Terreno 10,767.54 m²	Área construida 4,749.45 m²

2.00	Topografía/E. de Suelos		
2.01	Profesional o Empresa	Ing. Pedro Alarcón Farfán	
3.00	Estudio de Suelos		
3.01	Profesional o Empresa	Ing. Pedro Alarcón Farfán	
4.00	Estudio Definitivo	Nombre	
4.01	Consultor	Consortio Salud PICOTA	
4.02	Gerente de Proyecto	Arq. Guillermo Turza Arévalo	CAP 4189
4.03	Arquitectura	Arq. Mario Jara Dueñas	CAP 2673
4.04	Estructuras	Ing. Julio Higashi Luy	CIP 42080
4.05	Instalaciones Eléctricas	Ing. Randolpho Vela Bocanegra	CIP 53971
4.06	Instalaciones Mecánicas	Ing. Randolpho Vela Bocanegra	CIP 53971
4.07	Comunicaciones	Ing. Luis A. Bellodas Paredes	CIP 49897
4.08	Instalaciones Sanitarias	Ing. Wilfredo Guzmán León.	CIP 33458
		Ing. Christian Gamboa Leyva	CIP 111042
4.09	Seguridad	Arq. Ricardo A. Franco Delgado	CAP 0723
4.10	Metrados y Presupuesto	Ing. Ricardo Siu Delgado	CIP
4.11	Equipamiento	Ing. Walter R. Mendoza Paulini	CIP50850
4.12	Impacto Ambiental	Ing. Hitler Guerra Pezo	CIP 47622
		Lic. Sandra Zeña Giraldo	CSP 1297
4.13	Inicio/Fin/Entrega Proyecto	9/11/2014	06/04/2015
4.14	Revisiones	Fecha	
	Anteproyecto	Acta de Revisión DGIEM, con opinión favorable en aplicación de la NTS N° 110-MINSA/DGIEM.	23/02/2015
	Arquitectura		
	Estructuras		
	Inst. Electromecánicas		
	Instalaciones Sanitarias		
	Equipamiento	Acta de Asistencia Técnica, Conformidad	13/03/2015
4.15	Presupuesto de Obra	32'473,230.88	30/04/2013
	Presupuesto Equipamiento	12'656,005.49	30/03/2015
5.00	Supervisor encargado/Teléfono	Consortio Hospitalario San Martin	

RESUMEN PRESUPUESTO - EXPEDIENTE TECNICO									
OBRA		MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD PICOTA							
PROPIETARIO		GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN							
FECHA		30/04/2013							
MONEDA		NUEVOS SOLES							
TIEMPO DE EJECUCION:		13 MESES							
PRESUPUESTO DE OBRA					PRESUPUESTO DE EQUIPAMIENTO				
PARTIDAS		COSTO DIRECTO			PARTIDAS		COSTO DIRECTO		
OE-1	Obras Provisionales	S/. 312,135.62			1	ELABORACION EXPEDIENTE TECNICO	S/. 905,932.20		
OE-2	Estructuras	S/. 4,624,479.49			2	EQUIPAMIENTO	S/. 10,948,264.54		
OE-3	Arquitectura	S/. 4,490,717.49			3	CAPACITACION	S/. 399,565.93		
OE-4	Instalaciones Sanitarias	S/. 1,774,238.37			4	IMPACTO AMBIENTAL	S/. 100,303.00		
OE-5	Instalaciones Eléctricas	S/. 1,480,488.01							
OE-6	Instalaciones Mecánicas	S/. 2,053,060.10							
OE-7	Sistema de Comunicaciones	S/. 4,368,535.51							
TOTAL COSTO DIRECTO		S/. 19,103,654.59			TOTAL COSTO DIRECTO		S/. 12,354,065.68		
GASTOS GENERALES DE OBRA		15.00%			GASTOS GENERALES DE EQUIP.				
UTILIDAD - OBRA		10.00%			UTILIDAD - EQUIPAMIENTO				
TOTAL COSTO DIRECTO + GG + UT		S/. 23,879,568.24			TOTAL COSTO DIRECTO + GG + UT		S/. 12,354,065.68		
COSTO AFECTO AL IGV		18%			COSTO AFECTO AL IGV		18%		
IGV		23,879,568.24			IGV		12,354,065.68		
		4,298,322.26					2,223,731.82		
COSTO TOTAL + IGV		S/. 28,177,890.50			COSTO TOTAL + IGV		S/. 14,577,797.50		
PRESUPUESTO TOTAL=					S/. 42,755,688.00				

9.2 ANEXO 2: FORMATOS - SISTEMA DE PRODUCCIÓN CHT

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
No.	Código Ref	fecha	Restricción	Plan de acción	Responsable	Paso 1	Paso 2	Paso final	Status	Fecha de levantamiento	Nueva fecha meta	fecha de finalización real
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ					Fecha:					
Problema/Situación:					Semana:					
					Obra:					
1 ¿Por qué está pasando este problema?										
						2. ¿Por qué?				
						3. ¿Por qué?				
						4. ¿Por qué?				
						5. ¿Por qué?				
Conclusión										
Plan de acción										

9.3 ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

9.3.1 FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO

9.3.2 REUNIONES SEMANALES DE PRODUCCIÓN

9.3.1 FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO



IMAGEN #1



IMAGEN #2



IMAGEN # 3



IMAGEN #4

Fotografías del #1 al #4: Se muestra el avance físico del proyecto – Abril 2017

9.3.2 REUNIONES SEMANALES DE PRODUCCIÓN



IMAGEN #1: Sala de Reuniones de Producción Semanales ambientada con las pizarras y Post-it's donde se ubicaba el Lookahead Planning, al costado izquierdo la Sectorización y a continuación el cuadro de Análisis de Restricciones propuestas por el sistema Lean.



IMAGEN#2: En la imagen se visualiza la interacción entre los responsables del proyecto (Jefe de Producción, asistente, maestros y capataces) quienes analizan los trabajos a ejecutarse.

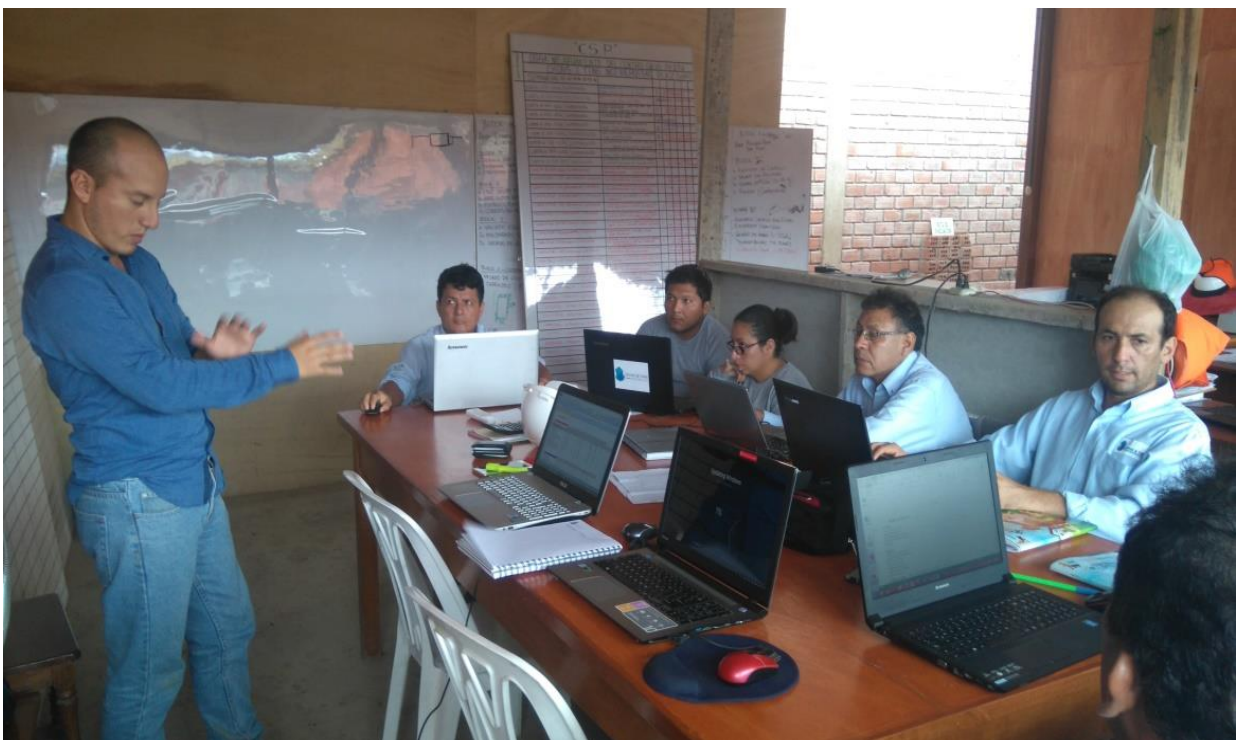


IMAGEN #3



IMAGEN #4

IMÁGENES #3 Y #4: Se observa la Reunión para reporte a Gerencia con la participación de todas las áreas involucradas: Residencia, Producción, Oficina Técnica, Administración y Salud Ocupacional (SSOMA).



IMAGEN #5: En la vista, la visita del Administrador de Contrato y encargados de la supervisar el Contrato de la Entidad al proyecto.

9.4 ANEXO 4: PLANOS

9.4.1 DIAGRAMA GANTT.

9.4.2 CRONOGRAMA VALORIZADO.

9.4.3 LAYOUT DE OBRA

9.4.4 LOTES DE PRODUCCIÓN

9.4.5 PLAN MAESTRO – TREN DE TRABAJO

9.4.6 PLANOS DE OBRA

LÁMINAS DE ARQUITECTURA		
Código	Plano	Escala
U-01	Plano de Ubicación	esc 1/100
AG-01	Planta General Primer Nivel	esc 1/200
AG-02	Planta General Segundo Nivel	esc 1/200
AG-03	Cortes y Elevaciones Generales	esc 1/200
AG-04	Cortes y Elevaciones Generales	esc 1/200